COMMUNICAÇÕES

DA

DIRECÇÃO DOS TRABALHOS GEOLOGICOS

DE

PORTUGAL

COMMUNICAÇÕES

DA

DIRECÇÃO DOS TRABALHOS GEOLOGICOS

DE

PORTUGAL

Tom. III

(com 21 estampas)

LISBOA
TYPOGRAPHIA DA ACADEMIA REAL DAS SCIENCIAS
1895–1898

PRÉFACE

Le $3^{ème}$ volume des «Communicações» étant terminé, nous allons mentionner très sommairement, comme pour ceux qui l'ont précédé, les faits qui se rattachent plus ou moins directement aux progrès de la géologie du Portugal dans la période écoulée depuis la publication du $2^{ème}$ volume, jusqu'à aujourd'hui.

Nous commencerons par remplir le douloureux devoir de rappeler l'irréparable perte du grand paléophytologiste français, le marquis Gaston de Saporta, dont les services, si importants et si désintéressés, rendus à la géologie portugaise, se trouvent décrits dans les pages consacrées à sa mémoire par notre collègue le docteur Wenceslau de Lima, qui ouvrent le présent volume. Nous répéterons avec lui, comme si c'étaient nos propres paroles: «Dans l'histoire de l'évolution du monde végétal, l'œuvre portugaise du marquis de Saporta s'élève comme une pierre milliaire de dimentions telles, qu'aucun voyageur dans cette carrière périlleuse ne pourra jamais la dépasser sans lui porter un profond respect. De Saporta connaissait bien la grandeur de cette œuvre, aussi la chérissait-il le plus tendrement. Elle était en effet son principal travail.

«Il n'est pas étonnant que nous accompagnions la grande nation française dans la douleur qui l'a frappé par la perte de son éminent paléobotaniste, qui par son ascendance possédait le sang bouillant et fougueux de notre Péninsule, et qui a tant chéri le sol

de notre patrie, où il a cueilli le plus brillant fleuron de sa couronne de gloire.»[1]

Nous devons consacrer aussi quelques mots de profond hommage et de sympathie à la mémoire de Don Manuel Fernandez de Castro, directeur du comité exécutif de la carte géologique d'Espagne. Il a dirigé pendant vingt deux ans avec un talent supérieur et une activité infatigable les travaux du service géologique d'Espagne, et pendant cette large période nous avons eu l'occasion d'apprécier, soit par correspondance soit personnellement, les nobles qualités qui le distinguaient.

Le décès de Fernandez de Castro représente non seulement une grande perte pour la géologie espagnole, mais encore à l'étranger sa mort a été vivement regrettée, car l'institut qu'il dirigeait si supérieurement, a depuis longtemps acquis la considération et l'estime de tous ceux qui s'intéressent à ce genre d'études, par le grand nombre d'observations recueillies ou critiquées par lui, et par le travail énorme accompli sous ses auspices.

M. Daniel de Cortázar, l'un de ses plus savants collaborateurs, en terminant la notice biographique de l'illustre défunt, dit: «M. Fernandez de Castro a quitté ce monde dans la plénitude de sa gloire scientifique»; et en appréciant les qualités de son caractère, il ajoute: «On remarquait partout sa grande érudition, sa connaissance du cœur humain, ses sentiments élevés, qui le faisaient envisager avec sérénité les jalousies comme les rivalités; c'est pourquoi l'on comprend que tout en étant *primus inter pares*, il tâchait de passer inaperçu et il était à la fois le protecteur désinteressé de tous ceux qui ont servi sous sa direction...»

Enfin, nous avons aussi à rappeler la perte, que l'on peut considérer universelle de deux grands maîtres de la géologie: Bey-

[1] Une notice biographique sur M. de Saporta (avec portrait), a été publiée par M. Julio Henriques, professeur à l'université de Coïmbre, dans le bulletin de la Soc. Broteriana en tête du XIII[e] volume. Son œuvre sur la flore portugaise a mérité dans le *Neues Jahrbuch* une analyse dépassant considérablement les dimensions habituelles des articles de cette revue (vol. I de 1898, p. 182-206).

rich, l'éminent professeur à l'université de Berlin et un des directeurs de la carte géologique internationale de l'Europe, et le professeur Jules Marcou, le savant auteur de la carte géologique de la Terre, à qui nous devons bien des égards et la reconnaissance la plus sincère, par la sollicitude et l'intérêt qu'il a toujours portés aux progrès de la géologie portugaise, en les suivant de près et en nous encourageant de ses aimables paroles dans l'accomplissement de notre tâche difficile.

Après avoir rempli ce pénible devoir, nous allons mentionner les faits qui ont rapport aux progrès des études géologiques en Portugal depuis 1893.

Nous sommes heureux de pouvoir d'abord enregistrer le renouvellement du contrat réalisé par le gouvernement avec notre collègue M. le professeur Paul Choffat, pour la poursuite des travaux auxquels il s'est livré avec tant de zèle et en profit de la science, parmi nous.

Les réparations et agrandissements effectués dans l'édifice de notre Direction ont permis de distribuer le très important matériel scientifique déjà recueilli et celui que l'on pourra obtenir à l'avenir, d'une manière plus avantageuse pour son étude et son exposition.

La publication de la carte géologique de la Péninsule Ibérique à l'échelle de 1:400.000 entreprise par la Commission géologique d'Espagne en 1889 et terminé en 1893, a donné lieu à ce que d'un commun accord le résultat des recherches géologiques faites dans le territoire portugais jusqu'à cette date y fût compris dans les feuilles 1, 5, 6, 9 et 13, d'après la carte du Portugal exposée au congrès de Londres en 1888.

La carte de la Péninsule se compose de 16 feuilles, dont une embrasse aussi une partie du sud de la France, et une autre l'extrémité septentrionale du continent africain entre Tanger et Ceuta.

Le congrès géologique international de Bologne réalisé en 1881, en s'occupant de la question importante de l'unification des procédés graphiques et particulièrement du coloriage des cartes et des coupes géologiques, a résolu que l'on publiât une carte géologique générale de l'Europe, décision à laquelle nous avons adhéré par ordre de notre gouvernement comme délégué du Portugal. L'année dernière, nous avons reçu et, dûment autorisé, nous avons distribué aux établissements scientifiques de l'Etat les 17 exemplaires qui nous appartenaient de la 2e livraison de la dite carte, où se trouve comprise en deux feuilles (A v et A vi) la partie se rapportant au notre territoire. Cette carte à l'échelle de 1:1.500.000 a été éditée à Berlin sous la haute direction scientifique de MM. Beyrich et Hauchecorne, directeurs exécutifs du comité international nommé pour cette publication. Bien qu'à une échelle moindre, la partie concernant le Portugal représente déjà un progrès relativement à la carte publiée en 1893 par la Commission géologique d'Espagne.

A ce propos nous sommes heureux de pouvoir constater que la nouvelle édition de la carte géologique du Portugal à l'échelle de 1:500.000 sera terminée sous peu. Comme il n'y avait pas possibilité d'en exécuter l'impression dans notre pays dans les condition voulues, on a dû recourir à la maison Wuhrer de Paris. C'est cette maison qui exécute les travaux de gravure et de chromolithographie pour le service de la carte géologique détaillée de la France, pour la Société géologique de France, etc.

La base géographique de notre carte a été obtenue par la réduction au 500.000ème des feuilles de la carte chorographique du royaume publiée par la Direction des travaux géodésiques à l'échelle de 1:100.000. Elle est, par conséquent, plus exacte que les autres cartes géographiques publiées jusqu'à ce jour à l'échelle de 1:500.000 et qui sont antérieures à l'achèvement de la carte chorographique. Par ce motif on a pu en profiter pour différentes applications dans le Ministère des travaux publics.

La carte géologique du royaume coloriée à la main, a figuré

à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897, section des sciences, ainsi que des groupes de planches paléontologiques et autres, des cartes de facies des mers mésozoïques, des photographies de paysages géologiques, etc. Le jury de l'Exposition a décerné à notre Service géologique le diplome de mérite, seule distinction destinée à cette section.

Le personnel scientifique de la Direction des travaux géologiques a continué ses études, chacun dans sa spécialité. On trouvera les titres de ses publications dans les listes bibliographiques de 1893 à 1897, pages 104 et 294 du présent volume. Ici nous nous bornerons à mentionner les principaux résultats.

Sur les terrains paléozoïques le Directeur a publié une note prouvant l'existence de la faune primordiale dans le Alto Alemtejo, représentée principalement par plusieurs Trilobites d'espèces nouvelles ou inconnues. Cette note fait en quelque sorte suite et sert de supplément à une autre, publiée dans le tome II des «Communicações» où il faisait connaître une algue découverte dans un tuf diabasique subordonnée aux calcaires cambriens d'Elvas. Cette algue fut décrite par le Dr. Wenceslau de Lima dans le présent volume.

Dans un mémoire publié en 1897, le Directeur a offert de nouveaux matériaux pour la connaissance du remarquable Trilobite *Uralichas Ribeiroi*.

On trouve aussi dans ce volume une note du Dr. Wenceslau de Lima sur le Carbonique de l'Alemtejo, où il indique les espèces de végétaux en composant la flore.

M. Choffat a publié un mémoire sur les *Mollusques lamellibranches siphonés du Jurassique* et un autre sur les *Ammonites du Lusitanien de la contrée du Montejunto*.

Dans un *Coup d'œil d'ensemble sur le Mésozoïque du Portugal* et dans d'autres notices, il fait connaître le parallélisme entre le facies récifal du Turonien, qui existe depuis le Tage jusqu'à vers Leiria et son facies ammonitique, qui se trouve plus au nord, ainsi que la présence, dans la Beira, de strates crétaciques en par-

tie saumâtres, représentant le Sénonien et probablement aussi le Danien.

Il a en outre publié un mémoire *sur les Ammonées du Crétacique moyen et supérieur,* afin de fournir les preuves des parallélismes que nous venons de mentionner.

Le Directeur des travaux géologiques a publié une *Notice sur l'existence d'anciens glaciers dans la vallée du Mondégo,* d'où l'on peut conclure une coincidence remarquable entre les phénomènes de l'époque glaciaire observés en Portugal et dans d'autres pays au nord des Pyrénées.

M. Choffat a fait connaître le premier *Hippopotame fossile* découvert dans notre pays et a commencé la publication de petites notes sur les preuves de dislocation du niveau de l'océan et sur les effets de l'érosion en Portugal.

Parmi les services rendus avec un complet désintéressement à cette Direction par des savants étrangers, pendant la période qui nous occupe, il faut citer en premier lieu le beau travail: *Flore fossile du Portugal. Nouvelles contributions à la flore mésozoïque,* par le marquis de Saporta, *accompagnées d'une Notice stratigraphique* par M. Choffat, in-4.°, 288 pag., 40 pl., paru en 1894.

Une autre publication d'une haute importance est la *Description des Echinodermes tertiaires du Portugal,* in-4.°, 50 pages, 13 planches, publié en 1896, et qui est dû à M. Perceval de Loriol, qui a publié antérieurement la description des échinodermes jurassiques et crétaciques de notre pays.

Le docteur H. E. Sauvage, de Boulogne-sur-mer, a contribué avec un mémoire intitulé: *Vertébrés fossiles du Portugal. Contributions à l'étude des poissons et des reptiles du Jurassique et du Crétacique,* in-4.°, 47 pages, 10 planches, 1897-98.

Cette étude a non seulement fait connaître notre faune de vertébrés mésozoïques, qui était pour ainsi dire inconnue, mais elle a en outre révélé des faits nouveaux pour la science et affirmé d'autres qui n'étaient connus que par un ou deux cas isolés.

Nous citerons entre autres la présence d'un serpent terrestre (*Symoliophis Delgadoi* Svg.) dans des couches correspondant probablement à la base du Cénomanien. La faune la plus curieuse est incontestablement celle de couches saumâtres correspondant au Sénonien et peut-être en partie au Danien. Leurs vertébrés représentent un mélange de formes se trouvant dès la base du Crétacique et de formes n'étant connues que du Tertiaire.

En outre des ouvrages précédents, la Direction des travaux géologiques a reçu l'aide d'autres savants qui ont aussi contribué à la connaissance de la géologie et de la paléontologie portugaise:

Du professeur Bleicher, de Nancy: *Contributions à l'étude lithologique, microscopique et chimique des roches sédimentaires, secondaires et tertiaires du Portugal.*

Du docteur J. F. Pompeckj, de Munich: *Note sur quelques Ammonites du Sinémurien du Portugal.*

Il faut aussi mentionner que par l'obligeante autorisation du Directeur de la station chimico-agricole de Lisbonne, M. Ramiro Larcher Marçal, l'illustre chimiste de cette station, le docteur Mastbaum, a fait l'analyse quantitative de la chaux et de la magnésie contenues dans les roches dolomitiques de nos terrains mésozoïques. Le résultat de ces analyses fut inséré dans une note de M. Choffat portant le titre: *Sur les dolomies des terrains mésozoïques du Portugal.*

M. J. P. Gomes a dressé une liste des minéraux du Portugal, et a en outre étudié un bitume du Libollo et une série de roches du sud de la province d'Angola envoyée par le Père Lecomte. Les six notices qui précédent font partie du présent volume.

Mentionnons aussi le *Chronographe géologique* de M. Renevier, ouvrage qui n'est pas publié par nous, mais qui contient de nombreuses données nouvelles sur les facies détritiques et terrestres de nos terrains mésozoïques, renseignements qui lui ont été fournis en vue de cette publication.

Les consultations de géologie appliquée ont pris plus de dé-

veloppement que dans les années précédentes. Les demandes ont été en partie officielles, en partie particulières, quoique destinées à des services de l'Etat, et elles venaient en partie de simples particuliers.

Nous avons eu souvent des demandes de copie partielle ou entière de la carte géologique, demandes faites par les agronomes de l'Etat et même par de simples particuliers, dans le but d'applications agricoles.

Le Directeur des travaux géologiques a été chargé l'année dernière de visiter de nouveau la plage d'Espinho, en sa qualité de membre d'un comité chargé d'examiner les causes des ravages occasionnés par la mer dans cette localité, et de proposer les moyens d'y porter remède.

Sur l'invitation du Ministre des travaux publics, le professeur Paul Choffat a publié un long mémoire de géologie appliquée intitulé: *Contributions à la connaissance géologique des sources minéro-thermales des aires mésozoïques du Portugal,* et dans le présent volume des «Communicações» se trouve un autre travail du même auteur portant le titre: *Les eaux d'alimentation de Lisbonne. Rapport entre leur origine géologique et leur composition chimique.*

Il a aussi publié dans la «Agricultura contemporanea», t. VIII, 1897-1898, une note intitulée: *Algumas palavras ácerca dos poços artesianos (Quelques mots sur les puits artésiens),* et un article complémentaire sur le même sujet.

Le «Commercio de Guimarães» a publié un rapport du même auteur sur les eaux thermales de Taipas (juillet à octobre de 1898).

Enfin, dans le compte rendu du congrès viticole national, qui s'est réuni à Lisbonne en 1895, se trouve un mémoire de M. Choffat sur la distribution du calcaire dans le sol portugais—*O calcareo no solo portuguez.*

Les rapports que la Direction des travaux géologiques du Portugal entretient avec les établissements officiels et collectivités congénères du pays et de l'étranger ont continuellement augmenté. En outre des principaux établissements scientifiques nationaux, cette Direction échange actuellement ses publications avec 230 établissements scientifiques appartenant à 31 pays différents. Elle est aussi en rapport d'échanges avec les principaux géologues et paléontologues étrangers.

En plus des établissements nationaux auxquels la Direction envoie régulièrement ses publications, elle a eu l'avantage d'en offrir des collections plus ou moins complètes aux établissements suivants:

Le Commandement général du génie, à Lisbonne.

Le Cabinet de géologie et exploitation des mines de l'Ecole militaire de Lisbonne.

La Direction de la carte agricole.

Le Cabinet d'anthropologie de l'université de Coïmbre.

La Bibliothèque municipale de la ville de Figueira-da-Foz.

La Bibliothèque municipale de la ville de Setubal.

Le Cabinet de lecture du Palais de crystal à Porto.

De plus, la Direction des travaux géologiques a fait don de plusieurs échantillons de roches et de fossiles du sol portugais à divers établissements nationaux et a fait des échanges d'échantillons avec des établissements étrangers et avec des hommes de science, qui ont manifesté le désir de les obtenir comme pièces de comparaison pour leurs études spéciales, ou bien desquels nous désirions avoir l'opinion sur les pièces envoyées. Quelques-uns de ces dons sont en échange d'exemplaires déjà reçus, d'autres attendent cette réciprocité.

La liste suivante est la continuation de celles publiées dans la préface du tome II des «Communicações» qui comprend jusqu'à 1892.

A la Section minéralogique du Musée national de Lisbonne

annexé à l'Ecole polytechnique, fut offert: — une collection de roches et de fossiles du tertiaire de Lisbonne, 67 numéros, une série du Sénonien marin et saumâtre de la Gandara, et en plus des photographies illustratives de la géologie du pays, 6 tableaux.

Au Cabinet de géologie et exploitation des mines de l'Ecole militaire de Lisbonne: — une collection de roches et de fossiles tertiaires, 115 numéros.

A l'Institut agricole: — une collection de calcaires de divers âges géologiques et quelques échantillons de terre végétale.

Au Cabinet de minéralogie de l'Académie polytechnique de Porto: — une collection de fossiles mésozoïques, 65 numéros.

Au Musée ethnographique de la ville de Figueira-da-Foz: — quelques moulages d'objets d'archéologie préhistorique trouvés en Portugal et 12 échantillons de roches pour comparaison.

A l'Ecole nationale des mines de Paris: — 12 espèces d'huitres crétaciques, 6 esp. de rudistes, et des fossiles du Sénonien de Mira.

A l'Université de Vienne (Autriche): — 14 esp. crétaciques.

A M. Charles Lepierre, professeur de chimie à l'Ecole industrielle de Coïmbre: — une collection d'échantillons d'argiles du tertiaire de Lisbonne, 39 numéros, et quelques échantillons du Jurassique et du Crétacique.

A M. le Père Lecomte, supérieur des missions de Catôco, hauts plateaux de Benguella: — une collection de roches et minéraux portugais typiques, 36 numéros.

A M. Hovelacque, à Paris: — 18 échantillons de charbons jurassiques du Cap Mondégo, d'Espite et de Batalha.

A M. Cayeux, préparateur à l'Ecole des mines de Paris: — 13 échantillons de roches siliceuses du Silurien et du Mésozoïque.

A M. Schlumberger, ingénieur à Paris: — des exemplaires de *Meandropsina* du Sénonien de Mira.

A M. Bleicher, professeur à l'Ecole supérieure de pharmacie à Nancy: — quelques échantillons mésozoïques et tertiaires faisant l'objet du mémoire dont il a été question plus haut, et 6 échantillons d'ophite et de teschenite.

A M. Rosenbusch, professeur de minéralogie à l'université de Heidelberg:—échantillons de roches d'une localité de l'Alemtejo, 64 numéros.

A M. le Baron de Bayet de Valmont, de Bruxelles:—quelques espèces et variétés de Bilobites, 14 numéros.

A M. René Chudeau, professeur à la Faculté des sciences de Besançon (Doubs):—des fossiles mésozoïques, 18 numéros.

A M. Alphonse Péron, intendant militaire à Auxerre:—quelques échantillons d'oursins irréguliers du Crétacique, et une suite de fossiles du Sénonien de Mira.

A M. Jaime Almera, professeur de géologie au Séminaire conciliaire de Barcelone:—27 fossiles du tertiaire de Lisbonne et 2 échantillons de roches.

A M. le professeur Arthur M. Edwards, de Newark (New Jersey), Etats Unis de l'Amérique du Nord:—12 échantillons d'argiles du tertiaire de Lisbonne.

A M. Ed. Harlé, ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Toulouse:—une collection de photographies représentant les pièces les plus caractéristiques appartenant à des Hyènes trouvées à la grotte de Furninha (Peniche).

En compensation, cette Direction a reçu par offre ou en échange:

De M. J. Cecilio da Costa, ancien directeur fiscal de la construction et exploitation du port de Lisbonne:—les deux empreintes d'un poisson fossile provenant du Miocénique marin de Banatica, le premier exemplaire de cette nature recueilli en Portugal.

De MM. les Pères Lecomte, Antunes et Rooney, missionnaires dans la province d'Angola:—une collection de roches et quelques minéraux recueillis dans cette province, auxquels on a déjà fait allusion plus haut.

De M. Constantino Cabral de Noronha, du Funchal:—quelques échantillons de roches et de coquilles d'espèces vivantes et fossiles des îlots Selvagens, dont il est le propriétaire.

De l'Université de Vienne (Autriche):—quelques moules d'Ammonites.

De M. Fourteau, ingénieur des chemins de fer égyptiens, au Caire:—fossiles crétaciques de l'Egypte, 7 numéros, et fossiles tertiaires, 12 numéros.

De M. O. C. Marsh, professeur au Yale College, New Haven (Connecticut):—2 grands tableaux avec représentations de vertébrés fossiles.

Du docteur Jaime Almera, professeur de géologie au Séminaire conciliaire de Barcelone:—une série de 30 espèces de mollusques du tertiaire de Barcelone.

De M. Charles Depéret, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Lyon:—quelques espèces fossiles du tertiaire du sud-est de la France.

De MM. Dollfus, Cossman et Degrange:—quelques exemplaires d'espèces fossiles du Miocénique marin de la France.

De M. René Chudeau, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Besançon (Doubs):—8 exemplaires de fossiles secondaires de la France.

De M. Georges Le Mesle, du Muséum de Paris:—une collection de fossiles dévoniens du Pas-de-Calais et du Bosphore (Asie mineure), 31 numéros.

Du Baron de Bayet de Valmont, à Bruxelles:—une collection de fossiles dévoniens de la Belgique, 50 numéros.

De M. Maurice Gourdon, de Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne):—une collection de Graptolites et autres fossiles du Silurien de la France, 22 numéros.

Lisbonne, décembre 1898.

J. F. N. Delgado

Phototyp. E. Biel & Cª d'apres une photographie de Mr A. Falsan.

Mis de Saporta

MARQUEZ DE SAPORTA

HOMENAGEM Á SUA MEMORIA

POR

WENCESLAU DE LIMA

O marquez Gastão de Saporta morreu repentinamente na sua casa senhorial de Aix na Provença, desde muito transformada pelo talento do nobre titular em pharol ardente d'onde a plenos jorros a luz golphava sobre os mais escuros problemas da historia natural. A noticia surprehendeu e maguou quantos se interessam pela cultura das sciencias da natureza. Aos naturalistas portuguezes feriu dolorosamente as mais intimas fibras da alma nacional, devedores, que lhe eramos, de trabalhos valiosos e desinteressados sobre a vegetação mesozoica do solo portuguez.

Entrára o illustre sabio em relações com a Direcção dos Trabalhos Geologicos do Reino em epocha em que, pela carencia de paleophytologista n'esta repartição, se era obrigado a recorrer a especialistas extrangeiros para a determinação das fórmas vegetaes do solo geologico portuguez. A elle recorrera pela primeira vez o fallecido e distincto geologo Frederico de Vasconcellos Pereira Cabral, quando incumbido do estudo da região carbonosa do Bussaco se defrontou com a difficuldade da determinação de edade para os grés brancos d'aquella localidade, a qual não podia ser feita nem em face do argumento estratigraphico, nem tão pouco por considerações petrologicas. N'esses grés recolheu o sr. Vasconcellos alguns fosseis vegetaes, devéras imperfeitos, que foram remettidos ao illustre marquez. De Saporta, seguramente mais por intuição do que por demonstração, n'elles viu representantes da vegetação cretacica. Por intuição, bello e fogoso guia das descobertas scientificas, apanagio dos que nascem ho-

mens de sciencia, chegou o sagacissimo sabio a esse resultado mais tarde integralmente confirmado pelos seus ulteriores estudos.

As persistentes e bem dirigidas explorações do erudito geologo o sr. Choffat foram avolumando materiaes, que permittiam desadensar duvidas de sobre muitos terrenos da grande area mesozoica portugueza, ao mesmo passo que illuminavam da melhor luz esse periodo tão obscuro da historia universal do mundo das plantas.

A abundancia dos materiaes, o seu estado de conservação relativamente bom, o vivissimo interesse que um tal estudo despertava no nobre marquez, pelos problemas que permittia resolver, transformaram a primitiva consulta em correspondencia assidua, o trabalho de algumas horas em trabalho de annos, as summarias indicações sobre as plantas cretacicas do Bussaco na obra monumental sobre a flora mesozoica portugueza, que de Saporta considerava, com sobeja razão, o melhor florão da sua vastissima obra.

O inventario methodico da vegetação mesozoica portugueza começou a ser feito em 1881 por Oswald Heer. Até essa epocha tinhamos apenas a descripção feita por Sharpe de uma especie vegetal fossil, colhida nas minas de carvão do Cabo Mondego, e a enumeração de oito plantas provenientes de Cabeço de Veado, Valverde e Cabo Mondego, todas erradamente determinadas por Carlos Ribeiro, o que não admira, attenta a sua falta de estudos especiaes paleophytologicos. A obra de Heer, relativa ao mesozoico portuguez, abrange apenas um restricto numero de plantas rheticas, e pequenos esboços de floras jurassicas e cretacicas, provenientes de niveis distinctos e muito parcellares. Não havia então elementos para mais largo estudo. A descoberta dos novos jazigos phytalienses, alargou enormemente a area de trabalho, collocando nas mãos do sr. de Saporta, os mais valiosos materiaes, que jámais tinham sido colligidos na Europa, para conhecimento da vegetação da grande era secundaria. Não podiam ir dar a melhores mãos.

O marquez de Saporta, descendente de naturalistas, encaminhado por Brongniart nos estudos da paleophytologia, tinha por herança, por temperamento e por educação, as mais cultas aptidões para utilisar tamanhas riquezas. Desde 1860, epocha em que de Saporta abandonou primitivos trabalhos litterarios, nenhum anno transitou sem deixar impressa a sua data n'alguma obra de paleobotanica do pacientissimo e activo trabalhador.

Alguns annos havia que o marquez de Saporta se tinha por condemnado a termo proximo. Espirito estoico, sofrego da nobre ambição

scientifica, o presagio fatal aguilhoava-o para trabalho mais assiduo: não perder o tempo que fugia, morder até final, a plenos dentes no pômo do saber. Assim foi que os seus ultimos momentos foram momentos de trabalho. No dia do passamento a morte encontrou-o no labor habitual. Curvado sobre as nymphêaceas de Manoscque a sua alma alou-se d'este mundo de entre as velhas predecessoras da sagrada flor do Lotus.

Trinta e cinco annos das melhores aptidões cultivadas dia a dia n'um trabalho ininterrupto e tão de amor, que o levou a morrer na faina, tinham convertido de Saporta no homem unico a quem devera confiar-se a interpretação da flora mesozoica do nosso paiz, tão promettedora das mais interessantes descobertas. A obra não desdisse do merito do auctor. O mundo scientifico fica-lhe devendo um dos mais bellos documentos para a historia da evolução biologica. Nós portuguezes devemos-lhe a valorisação scientifica, sob o ponto de vista paleobotanico, d'essas nossas explorações geologicas; devemos-lhe cinco annos vividos para nós, quasi que dia a dia. De facto desde 1891 de Saporta pouco mais fez do que estudar os riquissimos materiaes da flora mesozoica portugueza. O marquez era madrugador. Ao amanhecer abancava á mesa do trabalho, e, seguindo explendido methodo, desenhava elle proprio, que era habilissimo desenhista, os exemplares que estudava. Desenhava o que via — apenas o que via, — sem preoccupações de interpretação ou de relações a estabelecer que, prematuras, podiam falsear-lhe a observação. Era essa a segura base de todo o estudo ulterior.

As 39 estampas in-folio da sua primorosa obra sobre Portugal foram todas desenhadas por elle; e seguramente que a determinação de cada uma das especies n'ellas figuradas representa muitos outros exemplares desenhados e não reproduzidos. Seguindo sempre este seguro methodo de estudo o marquez de Saporta determinou mais de 308 plantas do solo geologico portuguez sendo — 4 triasicas; 11 rhetienses e infraliasicas; 1 liasica; 102 neo-jurassicas; e 190 cretacicas; além de um grande numero de especies que não chegou a publicar.

Quasi todos os depositos phytalienses do mesozoico portuguez comprehendem vegetaes que não cresceram *in situ*, plantas provenientes de depositos lacustres, carreados por aguas fluviaes, que drenaram por essa fórma uma grande zona de vegetação. Se isto representa grande vantagem, por nos dar n'uma pequena area a vegetação condensada de uma grande zona, tem o inconveniente de nos fornecer exemplares muito fragmentados pelo transporte, obrigando a uma re-

construcção, para a qual se demanda a mais paciente e arguta aptidão. Muitas das plantas determinadas não se encontram nem n'um só nivel nem n'um só local, e de Saporta julgou dever collocar sob os olhos de quem lhe estudasse a obra, a reproducção exacta dos documentos em que ella se levanta; por isso a mesma especie é mais de uma vez figurada, se faz parte de floras de differentes niveis ou de differentes localidades. Dada a escrupulosa e intencional exactidão dos desenhos todos terão deante de si as bases da inducção do sabio paleophytologista e poderão julgar da sua exactidão.

Imagine-se pelo que fica dito a somma de trabalho que representa a obra de Saporta, e não parecerão demasiados os cinco annos que ella lhe custou, o galardão com que o governo portuguez lhe agradeceu os seus serviços, e a homenagem de gratidão, que, em nome da Direcção dos Trabalhos Geologicos do Reino, hoje tributo á sua memoria.

A historia documentada da vegetação do solo portuguez feita pelo marquez de Saporta, e que tanta luz projecta sobre a historia da vegetação á superficie da terra, vae desde o nivel presumido do infraliasico até ás edades cenomanienses. Justamente d'esses periodos faltavam quasi por completo os documentos para a historia da vegetação no globo terrestre. Havia documentos esparsos. Conheciam-se vegetaes de um ou outro nivel, bem representados n'uma ou n'outra localidade. Era um livro com folhas arrancadas: não podia ler-se n'elle seguidamente a historia da evolução: faltava mesmo o capitulo mais interessante, o da introducção e desenvolvimento das dicotyledoneas, dominantes na flora actual. No nosso paiz vieram encontrar-se essas folhas perdidas da historia da vegetação. Quasi contemporaneamente, por um feliz acaso, estudavam-se tambem na America do Norte depositos em grande parte da mesma edade, e que deram a mais surprehendente noticia do que foi a flora d'esse continente nas edades infracretacicas. A comparação da flora das duas regiões, tão afastadas e tão ricas, permittirá com segurança estabelecer leis geraes sobre a evolução da flora terrestre, n'essa grande edade por que passou a terra, e esclarecer muitos problemas mesologicos que se ligam com essa evolução.

A flora mesozoica portugueza abrange um lapso de tempo que vae desde o Triasico mais ou menos recente até ás camadas mais modernas do Cretacico, o Daniense. Na grande memoria do marquez de Saporta não se estudam as plantas triasicas e rheticas. De Saporta determinou, é certo, algumas plantas d'essas edades, e confirmou determinações feitas por Heer. D'isso não fez porém estudo seguido, por in-

sufficiencia de materiaes, e apenas d'ellas se encontra noticia na memoria estratigraphica escripta pelo sr. Choffat. Quanto ás plantas das mais recentes camadas do Cretacico, comquanto estudadas por de Saporta não chegou este sabio a determinar-lhes esta edade.

A flora definitivamente estudada por de Saporta vae pois desde o nivel do Infralias até ao Cenomaniense. Comprehende plantas do Infralias, do Lias e Dogger, do Malm e de grande parte do Cretacico.

Do Infralias de Saporta determinou—3 equisetineas; 1 filicinea; 5 coniferas e 3 monocotyledoneas (?). Reunindo estes elementos da flora infraliasica com os elementos determinados por Heer, e não encontrados por de Saporta (a mais uma filicinea e 2 cycadineas) obtem-se uma flora de 17 especies, 6 das quaes se encontram no Infralias da Europa central, representadas por fórmas identicas ou equivalentes.

Do Lias e Dogger de Saporta estudou quasi que um só nivel, o do Sinemuriense, com uma unica conifera, o *Pagiophyllum liasinum*. Os vegetaes do Lias e do Dogger portuguez não formam propriamente depositos phytalienses; são exemplares mais ou menos isolados no meio de depositos marinhos. As camadas que contém o *Pagiophyllum* são caracterisadas pela *Gryphæa obliqua*, correspondendo á zona do *Ammonites raricostatus*.

O Malm foi dividido pelo snr. Choffat em Malm inferior ou Lusitaniense e Malm superior ou Neo-jurassico.

A flora lusitaniense é representada por um equisetum e por uma conifera. Esta, um *Brachyphyllum*, é muito semelhante ao que foi determinado por Brongniart no jurassico francez, e ainda depois de novo descripto por de Saporta sob o nome de *Brac. Desnoyersii*.

A flora neo-jurassica, proveniente das camadas de *Lima alternicosta*, e representativas do Pteroceriense e Portlandiense é rica de especies: comprehende 86, sendo 68 cryptogamicas, das quaes 67 filicineas; 12 gymnospermicas, sendo 10 coniferas e 2 cycadineas; 6 angiospermicas presumidas. Entre as filicineas predomina o genero *Sphenopteris* com 27 especies. Alguns dos generos encontrados em Portugal são os mesmos que se encontraram em França, como caracteristicos das floras do Coralliense, Sequaniense e Kimmeridiense. Além dos generos de affinidade kimmeridiense outros ha n'esta flora portugueza de nitida affinidade valdense, como se vê pela comparação com as floras allemãs e dos Carpathos d'estas edades. Essas mesmas fórmas mostram ainda a mais curiosa affinidade e ligação com a flora americana do Potomac. Os *Thyrsopteris* que tanto dominam na Ame-

rica, correspondem aos *Sphenopteris* predominantes em Portugal. A flora neo-jurassica americana, bem como a portugueza, dão uma lenta e gradual passagem das floras jurassicas para as floras cretacicas. No Neojurassico portuguez faltam apenas bem caracterisadas as dicotyledoneas. De Saporta não se animou a affirmar a sua presença, comquanto um exemplar por elle estudado muito o incitasse a acreditar na existencia das dicotyledoneas no solo portuguez, n'esse periodo da sua evolução geologica. Não o figurou. Quanto ás monocotyledoneas outro tanto não succedeu, figurando-as e affirmando a sua existencia.

A flora cretacica portugueza debuta no nivel do Valanginiense com 1 equisetinea, 44 filicineas, 6 coniferas, 5 proangiospermicas, 4 monocotyledoneas e 2 suppostas dicotyledoneas. Manifesta a flora d'este nivel uma evidente ligação com a flora jurassica, e além d'isso affinidades e ligações com a flora do Infracretacico europeu, e ainda com a flora de Potomac. A flora valanginiense é do maior interesse por preceder de muito pouco tempo a introducção de dicotyledoneas na flora portugueza e portanto na flora europea, tal como até agora é conhecida. As plantas attribuidas ás dicotyledoneas e provenientes d'este nivel são ainda duvidosas.

O nivel do Aptiense marca, segundo o trabalho do marquez de Saporta, uma nova e derradeira tentativa para a introducção das dicotyledoneas incontestaveis com que se assignala o periodo seguinte. Durante o Aptiense portuguez predominavam as mesmas fórmas dos niveis inferiores, havendo a acrescentar ás plantas antigamente estudadas por Heer mais 7 coniferas e 1 monocotyledonea, que confirmam o caracter geral da flora, já indicado.

No nivel do Urgoniense apparecem 23 cryptogamicas, sendo 2 jungermanias, 17 filicineas, 3 lycopodineas e 1 isoetes; 5 gymnospermicas; 2 proangiospermicas; 4 monocotyledoneas; 5 dicotyledoneas; e 2 incerta sedis. Esta flora mantem as mais estreitas ligações com a flora do Valanginiense ou Valdense, e ainda mesmo com as floras neojurassicas. As ligações com as floras posteriores fazem-se por um numero mais restricto de fórmas. Predominava portanto n'esta edade, no aspecto geral da flora, a mesma facies das floras anteriores. As angiospermicas, que apparecem, não dominam, não imprimem caracter ao conjuncto da flora; são plantas subordinadas em numero, e além d'isso prototypicas, tambem subordinadas no desenvolvimento e aspecto. Nem pelo numero das especies, nem pelo numero dos exemplares, nem por o desenvolvimento d'estes eram plantas que avultassem. A flora tem pois e ainda uma physionomia geral jurassica. É no

meio d'esta flora, de aspecto jurassico, que despontam as primeiras incontestaveis dicotyledoneas—fracas e subordinadas. É para notar que no Potomac a flora tem o mesmo aspecto e ligações neo-jurassicas.

As dicotyledoneas urgonianas portuguezas não se prestam, porém, a approximações especificas com as fórmas do Potomac. Têem um aspecto de singularidade e isolamento que impressionam. Dir-se-hiam autochthonas.

Depois das dicotyledoneas fracas e imperfeitas do Urgoniense apparecem estas plantas já multiplicadas e diversificadas na flora albiense. (Nivel do supposto Albiense). Ao lado das filicineas, das cycadineas e das coniferas, que sobrevivem das edades anteriores, apparecem já dicotyledoneas que de Saporta poude incluir entre as salicineas, laurineas, araliaceas, nymphêineas, e provavelmente aristolochias, proteaceas, myrsineas, menispermeas, etc. É esta flora constituida por 62 especies, das quaes 25 cryptogamicas, sendo 1 cogumello e 24 filicineas; 6 cycadineas; 10 coniferas; 1 proangiospermica; 1 monocotyledonea; e 19 dicotyledoneas. As cryptogamicas e gymnospermicas conservam ainda uma physionomia valdense ou ainda neo-jurassica. As dicotyledoneas, comquanto já differenciadas e apresentando um numero elevado de especies, 19, estão ainda em minoria, representando um terço das especies determinadas (62), entre as quaes dominam as cryptogamicas e gymnospermicas. As affinidades d'esta flora são bastante intimas não só com a de Potomac, na America, mas ainda com a da Bohemia.

No nivel do Albiense superior ou Vraconiense as dicotyledoneas tem já um logar mais consideravel. Uma unica localidade foi explorada que lhe pertença, e n'ella se encontrou 1 conifera; 1 monocotyledonea (incerta); 17 dicotyledoneas pertencentes ás myrica, salix, laurus, viburnum, sapindaceas, eucalyptus, etc., não contando 3 dicotyledoneas provaveis, mas de séde incerta. A flora é pois constituida por 22 especies, das quaes uma só conifera. Dominam portanto as dicotyledoneas, e comquanto muitos sejam os generos entre os quaes de Saporta as distribuiu, o que é certo, como elle proprio o faz notar, é que essas differenças especificas e genericas se baseiam no estudo da nervação. A physionomia das folhas é uniforme, os caracteres da fórma semelhantes, dando uma grande monotonia de aspecto. Todas parecem cortadas por um modelo commum, o que muito contrasta com a divergencia de forma foliar tão predominante na flora actual.

A flora cenomaniense portugueza é menos conhecida, sendo restricto o numero das localidades exploradas. Fornece, porém, os dados

sufficientes para se julgar do seu aspecto geral. As cryptogamicas são representadas por uma filicinea; as gymnospermicas por 2 cycadineas e 7 coniferas; as angiospermicas por 6 monocotyledoneas e 7 dicotyledoneas. Estas apresentam-se já mais differenciadas, com fórma foliar variada, e entre ellas se nota uma magnolia.

Pelo que fica exposto vê-se que o estudo das floras jurassicas e cretacicas de Portugal, feito por de Saporta, mostra entre a vegetação d'essas grandes edades da terra a mais intima e estreita ligação, permittindo seguir a successão das fórmas atravez d'esse longo periodo de tempo, sem saltos nem lacunas, de modo que, partindo d'uma flora nitidamente coralliense, se chega, por meio das mais lentas e graduaes transformações, até uma flora caracterisadamente cenomaniense, na posse das fórmas dicotyledoneas bem definidas e do typo d'aquellas que nas edades posteriores haviam de dominar e caracterisar o conjuncto da flora.

Esta transição entre as floras cryptogamicas-gymnospermicas e as floras de dicotyledoneas tinha até agora escapado por completo. No Cenomaniense da Bohemia appareciam já as dicotyledoneas bem constituidas e por assim dizer dominantes; mas essa flora havia perdido o caracter cryptogamico-gymnospermico das anteriores floras neojurassicas. Em Portugal o marquez de Saporta, pelo estudo da flora de andares successivos, poude assistir á lenta transformação da flora mesophytica, crypto-gymnospermica, na flora neo-phytica, angiospermica, feita á custa da gradual introducção das angiospermicas, a principio mal esboçadas e mal definidas, de accentuadas affinidades cryptogamicas, fracas e incertas de caracter, e depois já especificamente variadas, mas conservando o mesmo aspecto geral, monotono e pouco diverso, até que no Cenomaniense se apresentam um pouco mais variadas de aspecto e na posse de fórmas que, typicamente, ainda hoje dominam.

Comprehende-se com quanto amor de Saporta, um evolucionista convicto, seguiria no campo dos factos os processos lentos e graduaes de que a natureza se servio para transformar a vida vegetal do que foi no que é.

De Saporta não era simplesmente um sagacissimo e paciente compilador de factos. Era um naturalista-philosopho. Seduzia-o o *como* e o *porquê* das coisas. Trabalhou muito na descoberta das leis da evolução vegetal, e sobre estes assumptos de ordem geral se lhe devem os mais primorosos trabalhos. A sua nobre ambição de saber não conhecia limites. Suppondo-se na posse da lei evolutiva das fórmas não

duvidava alentar esperança de chegar a attingir o segredo das origens da vida.

Na historia da evolução do mundo vegetal a obra portugueza do marquez de Saporta levanta-se como marco milliario de primeira grandeza que nenhum viandante d'esta improba estrada scientifica ultrapassará jámais sem recolhido respeito. De Saporta não desconhecia a grandeza d'esta sua obra, e por isso lhe queria com o melhor dos seus affectos. Era ella de facto o seu trabalho capital.

Na mesma occasião em que do solo portuguez de Saporta arrancava tão brilhantes resultados, do outro lado do mar um trabalhador emerito, Fontaine, attingia quasi que as mesmas conclusões.

Conhecia-se na America do Norte a flora cenomaniense de Dakota estudada por Leo Lesquereux; mas na America, como na Europa, as floras do typo mesophytico estavam desligadas das floras angiospermicas. Essa ligação estabeleceu-se para o novo mundo pelo estudo da flora de Potomac, rica das mais bellas fórmas vegetaes e na qual se assiste como entre nós á introducção do typo dicotyledoneo em meio de uma flora de aspecto ainda accentuadamente secundario.

O phenomeno da transformação phytica foi portanto geral, analogo e homotaxico nos dois continentes.

Entre a America e a Europa pode estabelecer-se pela flora o parallelismo dos niveis estudados; e, comquanto as especies não sejam as mesmas, as floras dos diversos andares equivalem-se na sua composição generica, apparecendo especies do mesmo valor representativo. É este resultado da mais alta importancia, por isso que os diversos niveis phytalienses americanos, sendo carecidos de fauna maritima, duvidas e incertezas poderiam levantar-se quanto á sua classificação na serie geral dos terrenos. Isso não succede, e é facto importantissimo, quanto aos niveis portuguezes, que podem ser referidos a niveis bem definidos pela fauna maritima.

Na America a flora infracretacica é mais rica de especies: faltam-lhe, porém, os andares neo-jurassicos, de modo que n'aquelle continente não se pode seguir como entre nós desde tão longe a lenta evolução do mundo phytologico. Não se pode seguir desde tão longe nem até tão longe. Esta ultima parte já infelizmente de Saporta a não poude apreciar.

Devido aos intelligentes e assiduos esforços do sr. Paul Choffat o solo portuguez continua dando os mais preciosos materiaes para o estudo da evolução phytica.

De Saporta encerrara a sua bella Memoria sobre a flora fossil de

Portugal com as seguintes palavras «on voit que l'examen des flores portugaises de la craie nous ménage encore des perspectives dont il serait difficile d'apprécier dès maintenant l'étendue.»

E assim é. Ainda não concluida a impressão da sua monumental flora secundaria de Saporta continuara a estudar os materiaes que sem cessar lhe eram expedidos do solo portuguez. Fiel ao seu methodo de trabalho desenhava e estudava as novas fórmas obtidas em novas localidades, e de muitas tinha já concluido o desenho e estudo preliminar, quando a morte o feriu sem que podesse apreciar todas as consequencias que dimanavam dos seus trabalhos combinados com os do auctor d'esta modesta homenagem ao grande paleobotanico, e a quem elle fizera a honra de tomar para collaborador na continuação d'esta sua vastissima obra. Esses trabalhos em parte confirmam as suas idéas, aqui assentes, em parte permittem completal-as, formando documentos para um novo estudo da evolução phytica, que se traduz na acquisição da variedade e complicação da fórma foliar das dicotyledoneas, e que até agora se suppunha despontara apenas no terciario inferior. É sabido que as fórmas foliares das dicotyledoneas, a principio hemomorphicas, como o fez notar de Saporta, vão progressivamente variando de modelo. No Cenomaniense são ainda pouco variadas: conservam um typo accentuadamente paleophytico.

D'ahi para o terciario inferior ha um salto. Ora é essa lacuna que o estudo das novas colheitas portuguezas permittirá de certo preencher, e que de Saporta não poude infelizmente completar.

Os novos depositos pertencem provavelmente, segundo cremos, ao Daniense. Ahi domina por completo a flora das dicotyledoneas, apparecendo plantas de typo nitidamente cretacico, com algumas fórmas credneroides a par de *Cinamomum* e plantas de typo já prototerciario.

A flora d'essa epocha era até agora desconhecida: por um lado prende-se nas fórmas cenomanienses, ao passo que por outro lado se liga com as floras paleo-terciarias. Assiste-se, vê-se, á evolução no sentido da complicação do limbo foliar das dicotyledoneas.

O prazer de subir mais esta escaleira da evolução vegetal faltou a de Saporta. Em grande parte o preparou.

Quem escreve esta homenagem recolheu piedosamente os seus desenhos e apontamentos, e na obra, que deveria ser feita em commum, encontrarão o largo logar que lhes compete.

Por agora fica exposta a magnitude da obra portugueza do grande sabio francez, rica dos mais solidos materiaes, sobre os quaes se le-

vantam desde já as mais bellas conclusões, e que serão sempre material seguro para todas as edificações theoricas.

Não admirará por isso que nós acompanhemos a grande nação franceza na dôr que a assalteou com a perda do seu eminente paleobotanico, que pela ascendencia tinha o irrequieto e fogoso sangue da nossa peninsula, e que tanto quiz ao solo querido da nossa patria, onde veiu colher o mais fulgurante laurel da sua corôa de gloria.

Paz á sua alma! Louvores á sua memoria immorredoira!

Porto, dezembro de 1895.

I

NOTE

SUR LES

TUFS DE CONDEIXA

ET LA

DÉCOUVERTE DE L'HIPPOPOTAME EN PORTUGAL

PAR

PAUL CHOFFAT

(Avec une planche)

Des tufs en bancs puissants couvrent une grande surface dans les environs de Condeixa. Le gisement le plus important s'étend depuis Sernache jusqu'au rio de Mouros, au Sud de Condeixa-a-Velha; il a une longueur de cinq kilomètres du Nord au Sud, et sa largeur entre Sernache et Condeixa dépasse deux kilomètres.

Le long du ruisseau de Sernache, le tuf se prolonge vers l'Ouest jusqu'à Melhora; sur cette ligne, il a donc une largeur de cinq kilomètres.

La contrée recouverte par les tufs est située à la limite de la bande orientale des terrains jurassiques du Nord du Tage. Le bord de cette bande est formé par le Lias entre Sernache et le ruisseau de Condeixa, et par les calcaires du Dogger au Sud de ce ruisseau.

Ces strates jurassiques sont recouvertes en stratification discordante par une bordure de Crétacique ayant environ deux kilomètres de largeur à la hauteur de Condeixa-a-Velha, mais se rétrécissant subitement pour ne plus former qu'une bande de 100 à 300 mètres de largeur au Nord de Sernache, peut-être même sur toute la distance entre cette dernière localité et le ruisseau de Condeixa.

La bande crétacique est formée par des grès et des graviers plus ou moins argileux, recouverts par les calcaires cénomaniens, très fos-

silifères, affectant en majeure partie la teinte foncée et le faciès arénacé du Cénomanien des environs de Coïmbra. Ces calcaires plongent vers l'Ouest, et sont recouverts par le Pliocène qui, à l'Ouest du Crétacique, s'étend jusqu'au Mondégo, mais dont quelques lambeaux se trouvent aussi inclus dans la bande crétacique et reposent peut-être même en certains points sur le Jurassique.

Le Pliocène est formé de grès plus ou moins argileux, ayant parfois une composition identique à celle des grès crétaciques, ce qui est précisément le cas dans les environs de Condeixa où, sur beaucoup de points, je ne parviens pas à trouver de différences pétrographiques.

Au bord de la bande liasique, près de Sernache, le tuf repose directement sur le Lias et présente son aspect normal. A l'Ouest de Condeixa, les éboulis du Lias sont reliés par le tuf et forment une brèche très consistante. Aux fortifications de Condeixa-a-Velha, il repose sur le calcaire bathonien. En d'autres points, il repose sur les calcaires cénomaniens, mais le plus souvent il recouvre des grès plus ou moins marneux qui, par leurs caractères pétrographiques, peuvent aussi bien appartenir au Crétacique qu'au Pliocène.

Un examen rapide de la contrée permet de voir que ces bancs de tuf se présentent à des altitudes et dans des conditions variables.

Ils forment les plateaux entre Sernache et Condeixa-a-Velha. Celui de Sernache a de 90 à 100^m d'altitude; pour ces environs, 110^m est une exception que je n'ai observée que près de la chapelle à l'Est de l'église de Sernache. Les plateaux de Condeixa et de Condeixa-a-Velha ont de 100 à 110^m d'altitude, le point maximum étant 115^m sur la route de Condeixa à Alfafar.

C'est sur ces plateaux que le tuf a son plus beau développement; il y forme un véritable travertin, mis à découvert par les ravins et les carrières, mais avec un peu d'attention, on verra qu'il forme des gradins au-dessous du plateau et qu'il couvre même souvent le fond des vallées qui le découpent.

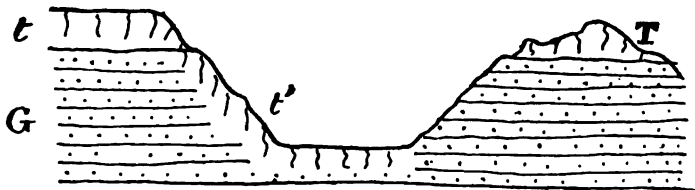
Dans ces parties basses, le tuf continue à se former de nos jours, ce qui n'est qu'exceptionnellement le cas pour les plateaux, du moins pour leurs parties supérieures, qui sont au-dessus des eaux courantes.

Il y a lieu de faire une distinction entre le tuf ancien, ou travertin, et le tuf récent qui continue encore à se former, distinction assurément plus théorique que pratique.

On cherchera le type du *travertin* dans les carrières où il fournit les pierres à meules, mais les conditions de gisement font rappor-

ter au tuf ancien une notable quantité de tuf moins consistant, à apparence pétrographique récente.

Les ravins et les vallées qui découpent ces plateaux montrent le travertin à la même hauteur, couronnant les versants opposés. Parfois l'un de ces couronnements de travertin ne forme qu'une bande étroite, complètement détachée du reste du plateau, et n'en recevant par conséquent pas d'eau, ce qui prouve que ce travertin est antérieur au creusement des vallées, et qu'à une certaine époque, il n'existait qu'un seul plateau depuis Sernache jusqu'au Sud de Condeixa-a-Velha.

Il en découle qu'en général, le tuf des gradins inférieurs au plateau est d'autant plus récent que le gradin est plus près du fond de la vallée, mais on aurait tort de croire qu'il ne se forme plus que dans les bas fonds. Le ruisseau d'Alcabideque est divisé par des canaux d'irrigation qui parcourent le plateau où il dépose du tuf. Les eaux qui découlent sur les flancs en déposent aussi, ce qui explique pourquoi le flanc méridional de la vallée d'Eira Pedrinha est revêtu de tuf, tandisque le flanc Nord ne montre que des grès couronnés par le travertin.

Coupe à travers la vallée de Eira-Pedrinha. Echelle 1:2000. *t* tuf récent. *t'* gisement fossilifère. *T* travertin anciennement exploité pour meules. *G* grès.

Le fait est analogue pour la vallée d'Orelhudo, seulement c'est le flanc Nord qui est revêtu de tuf.

Une autre preuve qu'une partie des tufs est antérieure au creusement des vallées, c'est qu'ils contiennent par places des amas de sables ou de gros cailloux roulés, quartzites ou calcaires, qui ne sont plus charriés par les eaux actuelles.

Ces conglomérats se trouvent surtout à la base du tuf; j'en ai observé une couche de $0^m,50$ près de la chapelle de Sernache, où le tuf repose sur les calcaires du Lias, mais c'est surtout à Condeixa-a-Velha qu'ils sont développés. Nous les verrons dans la coupe de cette localité, au-dessus des grès; on les voit aussi dans le ravin entre la

colline fortifiée et le village; ils s'y trouvent à 40 et 45 mètres au-dessous du plateau, et se sont donc déposés pendant le creusement du ravin.

Cette localité est pourtant un des points qui prouve le mieux que le travertin est antérieur au creusement des vallées, à cause de l'isolement du lambeau de plateau qui supporte les fortifications.

Structure.—Au contact du Lias près d'Avessada, la pâte du tuf est par places aussi compacte que du calcaire, mais il présente des cavités qui le font facilement reconnaître. Sur d'autres points voisins, on voit une brèche à cailloux calcaires, anguleux, cimentés par une pâte rose.

Le travertin exploité pour meules est gris plus ou moins jaunâtre, très dur, avec très petites perforations vermiformes. Il présente aussi des partie plus tendres, non utilisées, avec oolithes atteignant 10 millimètres de diamètre, ayant généralement un grain de quartzite comme centre.

En général, ce tuf est beaucoup moins compacte, et en plus des nombreuses perforations vermiformes, présente des cavités plus ou moins grandes, dont quelques-unes sont utilisées par les cultivateurs pour remiser leurs outils; il y a même de véritables cavernes, dont la plus connue est celle de N.-S.-da-Lapa à Condeixa.

On peut bien observer le tuf dans les nombreuses carrières où il est exploité comme pierres à bâtir et comme pierres à meules, et aussi dans les tranchées de quatre mètres de profondeur que présente la route royale en sortant de Sernache vers le Sud.

Sur la route de Condeixa à Alcabideque, il n'a que 1 à 2 mètres d'épaisseur et repose sur des grès très argileux. Dans les environs de Sernache, on voit des parois de 10 à 15 mètres de hauteur; il est encore bien plus puissant à Condeixa-a-Velha, où il aurait plus de 40 mètres d'épaisseur, s'il ne s'agit pas de gradins sur le flanc d'un coteau.

Près de cette dernière localité, on voit de nombreuses carrières exploitant le travertin comme pierres à meules, sur une épaisseur de 10 à 12 mètres. Ces meules se vendent sur place de 3.500 à 5.000 réis la pièce.

Les bancs de tuf sont en général horizontaux, tout en présentant des lits inclinés dûs probablement à une fausse stratification.

Au bord de la route, à l'extrémité nord de Sernache, il plonge sous un angle de 8° vers l'Ouest, et près de la petite chapelle de la même localité, mentionnée plus haut, il repose horisontalement sur le Lias, puis plonge brusquement vers l'Ouest sous un angle de 15°. La

couche de cailloux roulés semble prouver qu'il s'agit bien d'une dislocation et non pas d'un dépôt sur une base inclinée.

Un examen moins rapide que celui qu'il m'a été donné de faire, montrerait sans doute beaucoup d'autres points où le tuf a une certaine inclinaison.

Restes organiques.—Ces tufs renferment de nombreux débris de végétaux, mais il est bien rare que leur état de conservation permette de les déterminer. On en trouve en sortant de Condeixa, au bord de l'ancienne route, dans des tufs en voie de formation, mais le seul point qui m'ait fourni une belle récolte est un chemin creux conduisant de Eira-Pedrinha à N.-S.-das-Dores, aux dernières maisons du village.

Ce gisement était du reste connu de M. Julio A. Henriques, qui y a reconnu les espèces suivantes, vivant toutes actuellement dans la contrée:

Vitis vinifera, *Rubus casius?* *Olea europaea*, *Laurus nobilis*, *Quercus pedunculata* ou *lusitanica?* *Alnus glutinosa*, *Smilax mauritanica*, *Scolopendrium officinale*.

Les *Helix* sont fréquents, aussi bien sur la route de Condeixa que dans le gisement de végétaux de Eira-Pedrinha; les *Lymnées*, les *Bithinia*, les *Bulimus* ne sont pas fréquents.

Au-milieu des feuilles d'Eira-Pedrinha se trouvaient quelques plumes d'oiseaux. Dans cette localité, le tuf est en partie formé de lits alternants de tuf dur à feuilles et de tuf sablonneux où dominent les *Helix*.

Les espèces suivantes provenant d'Eira-Pedrinha ont été déterminées par M. A. Girard:

Lymnæa auricularia Linn. *Bythinia tentaculata* Linn. *Rumina decollata* Linn. *Helix barbula* Charp. *Helix nemoralis* Linn. Cette dernière est très abondante.

Toutes ces espèces habitent actuellement la contrée, aussi bien les végétaux que les animaux.

Les pierres à meules de Condeixa-a-Velha, incontestablement d'un âge plus ancien, m'ont aussi fourni des *Helix*, mais la dureté de la roche ne permet pas de les dégager; ils sont donc indéterminables.

Il me reste à mentionner des fossiles trouvés dans les strates inférieures aux exploitations de travertins de Condeixa-a-Velha. Je commencerai par décrire la coupe relevée sur le lieu de la découverte, c'est certainement un des points les plus favorables à l'étude de ces tufs.

Le rio de Mouros passe au Sud de Condeixa-a-Velha en entamant profondément les calcaires du Jurassique moyen, et reçoit, au S.E. de cette localité, les eaux d'un autre ravin dans lequel se trouve la fontaine de Condeixa. La coupe est prise à la jonction de ces deux ravins.

C. 1.—Les calcaires du Jurassique moyen sont recouverts par un ensemble de marnes très sablonneuses, dont quelques bancs constituent des grès fins, micacés, tandis que d'autres contiennent des quartzites de petite taille et de gros cailloux. Les teintes rouges dominent vers le bas, et il y a des sables blancs vers le haut, puis des marnes roses.

Leurs caractères pétrographiques peuvent les faire prendre pour du Crétacique aussi bien que pour du Pliocène; leur liaison avec le banc suivant rend la deuxième hypothèse plus probable, tandis que la présence du Cénomanien un peu plus au Nord porterait à les considérer comme crétaciques.

Leur épaisseur varie de 10 à 15 mètres sur des points rapprochés.

C. 2.—Cailloux dont quelques-uns atteignent la grosseur de la tête, formés les uns de quartzites, les autres de calcaires en général mélangés dans les mêmes lits; quelques-uns des cailloux calcaires proviennent du Bathonien. Ils sont reliés par un sable rougeâtre, tantôt meuble, tantôt fortement cimenté.

A la base se trouve, par places, un conglomérat calcaire, dur, avec nombreux pisolithes de fer, ayant fourni une molaire d'*Elephas*.

Epaisseur variant entre 5 et 6 mètres.

C. 3.—Tuf farineux, contenant du sable et quelques cailloux roulés, ayant fourni des restes d'*Hippopotame* et de nombreux *Helix* déformés et dont le test est en majeure partie dissout. Epaisseur 3^m.

C. 4.—Tuf en bancs épais, reposant parfois directement sur la couche 2. Il contient, à différentes hauteurs, des lentilles de cailloux roulés, plus gros que le poing, et passe au travertin compact, exploité pour meules.

La molaire d'*Elephas* a 18 centimètres de longueur sur 12 de hauteur, et 6 de largeur. Elle est bien conservée sauf la couronne qui est entièrement détruite. M. Depéret, auquel j'en ai communiqué des pho-

tographies, me dit que vu l'écartement des lamelles et l'épaisseur de l'émail, il est probable qu'elle doit être rapportée à *E. meridionalis*. M. Boule serait plutôt porté à y voir *Elephas antiquus*, ce qui est aussi l'avis de M. Pohlig.

Les ossements d'*Hippopotame* consistent en:

1) Machoire inférieure incomplète (fig. 1), appartenant au sous-genre *Tetraprotodon*, présentant les 4 incisives (*i*), la canine droite (*c*) brisée au niveau de l'alvéole et la dernière molaire (*m*).

2) Dernière molaire inférieure, gauche, paraissant provenir du même individu.

3) Canine inférieure gauche avec fragment de l'os de la machoire, (fig. 2), ne paraissant pas pouvoir s'adapter à la machoire n° 1.

4) Fragment de la partie postérieure d'une machoire pouvant avoir appartenu à 1, mais ne s'adaptant pas à 3.

5) Incisive externe droite de la machoire supérieure.

6) Fragment d'une vertèbre et de divers autres os.

Il semble que l'on est en présence d'ossements ayant appartenu à deux individus; en tous cas, les ossements recueillis ne forment qu'une faible partie de ceux qui sont déjà venus au jour, le propriétaire du terrain en ayant détruit de volumineux, en préparant le sol pour y planter une vigne.

Les dimensions concordent avec celles reconnues à l'*Hippopotamus amphibius major*. Les canines et les incisives médianes sont beaucoup plus fortes que celles de l'hippopotame actuel. La machoire est proportionnellement plus large, mais plus courte.

Dimensions en centimètres:

	Fossile	Actuel
Distance de l'extrémité postérieure de la dernière molaire à l'alvéole de la 1re incisive	38	34
Largeur entre les 2 incisives externes	15	12
Longueur extérieure d'une canine*	68	56
Epaisseur maxima (pourtour) *	26	16
Pourtour d'une incisive interne au sortir de l'alvéole	20	15
* Un échantillon isolé appartenant au Musée national mesure 65 et 20.		

Age.—Si intéressante qu'elle soit, cette faune ne nous renseigne pas complètement sur l'âge que l'on doit assigner à la base des tufs de Condeixa, car *Hippopotamus major* se trouve aussi bien dans le Pliocène supérieur que dans le Pléistocène. Nous avons vu que la dent d'éléphant appartient soit à *Elephas meridionalis*, soit à *E. antiquus;* or ces deux espèces se trouvent dans le Pliocène supérieur, tandis que la deuxième seule passe au Pléistocène.

Il n'y a donc d'hésitation qu'entre le Pliocène supérieur et le Pléistocène inférieur. Malheureusement, il n'y a pas de points de comparaison avec d'autres gisements portugais, car l'*hippopotame* est rencontré pour la première fois en Portugal, et les restes d'*Elephas* trouvés jusqu'à ce jour dans ce pays se réduisent à une lamelle incomplète provenant de Catojal, au N.N.O. de Sacavem, et à un fragment d'*Elephas antiquus* trouvé à Mealhada [1].

[1] Dans sa note sur les *Formations tertiaires du Portugal*, parue dans le Compte-rendu du Congrès internationnal de géologie à Paris en 1878, C. Ribeiro mentionne «2 lames de dents et quelques os d'un grand mammifère que M. Gaudry a nommé avec beaucoup de réserves *E. antiquus*». Il n'indique pas le lieu de provenance, mais l'examen des collections m'a prouvé qu'il s'agit des premières découvertes faites à Mealhada avant les fouilles de 1879. M. Ribeiro en a de nouveau parlé en 1880, au Congrès international d'anthropologie (p. 15); il cite *Equus*, *Elephas*, *Cervus* et un végétal nommé par Heer *Trapa natans var. tuberculata;* immédiatement au-dessus se trouvaient des pierres taillées du type de S[t] Acheul. M. Ribeiro attribuait ces dépôts avec doute au Pliocène.

Dans les collections, l'*Elephas* de Mealhada est représenté par quelques débris de gros os et par un fragment de molaire bien conservé. M. Depéret qui en a examiné une photographie dit que «c'est une molaire d'*Elephas antiquus* bien caractérisée par son crochet loxodonte, perpendiculaire aux lamelles».

Les fouilles de 1879 ont fourni divers ossements dont le seul bien conservé est une demi-machoire d'un ruminant paraissant être *Cervus elaphus* et des mollusques actuellement en fort mauvais état, mais qui ne paraissent pas avoir de rapports avec les mollusques qui accompagnaient les restes d'Hippopotame. Il y avait en outre quelques empreintes de végétaux, qui malheureusement n'ont pas été étudiés de suite, sauf *Trapa natans*, et qui, s'étant déformés en se desséchant, ne sont plus susceptibles d'une détermination.

La faune malacologique a un caractère absolument lymnique. D'après les déterminations de M. Girard, elle est composée de: *Unio*, nombreux, mais indéterminables; *Cyclas*, une valve; *Valvata piscinalis*, Müll., *Planorbis albus*, Müll., *Lymnæa limosa*, Linn., *Lymnæa palustris*, Müll.

Les trois premières espèces de Gastropodes habitent la contrée, tandis que *Lymnæa palustris* n'a pas encore été signalé en Portugal, mais en le connaît de

De nombreux restes d'*Elephas antiquus* ont été rencontrés en Espagne, mais ce n'est que le 20 décembre 1892 que l'on a signalé pour la première fois le genre *Hippopotame*. Cette communication a été faite par M. Almera à l'Académie de Barcelone; elle se réfère à quelques débris de dents découverts, il y a quelques années, à Tarrasa, près de Barcelone, mais les conditions exactes du gisement ne sont pas connues.

Le fait que la flore et la faune d'Eira-Pedrinha, récoltées dans une tranchée profonde ne contiennent que des espèces actuelles, ne prouve pas que la formation de cette partie des tufs soit plus récente que le Pléistocène, car la flore actuelle existait déjà à cette époque, et les mollusques trouvés à Mealhada dans le Pléistocène ancien, avec *Elephas antiquus*, appartiennent aussi à la faune actuelle.

Cette flore et cette faune nous laissent donc aussi dans l'incertitude; elles acquéreront une plus grande valeur lorsque de nouvelles recherches, effectuées au même point, auront donné la certitude qu'il n'y a pas mélange d'espèces ne se trouvant plus dans la contrée, et aussi lorsque d'autres localités auront fourni de nouveaux documents sur l'époque pléistocène en Portugal.

Elephas antiquus et *Hippopotamus major* sont généralement considérés comme indiquant un climat plus chaud que le climat actuel du Portugal, mais comment concilier cette manière de voir avec la réunion à Mealhada de la première de ces espèces avec des mollusques ne différant de ceux qui vivent actuellement dans la contrée, que par une espèce du même habitat?

Les mollusques marins de la vallée d'Alcantara [1], qui sont aussi à rapporter au Pléistocène, ne diffèrent pas non plus de la faune actuelle.

Il ressort de ce qui précède qu'à l'époque pliocène, qui a vu se déposer dans les environs de Condeixa les puissantes assises de graviers plus ou moins argileux et plus ou moins cimentés formant le massif de Relva-Redonda et Outeiro-Redondo (entre le Crétacique de Condeixa et les collines jurassiques de Verride), ont succédé des dépôts de travertins à la base desquels on retrouve encore les sables et les cailloux roulés, si fréquents dans les dépôts pliocèniques.

France, d'Espagne et des environs d'Alger. Cette même espèce vient d'être rencontrée fossile dans des sables agglutinés, probablement quaternaires, à un kilomètre à l'Ouest du moulin de S. Sebastião près Villa-nova-de-Milfontes (Alemtejo).

[1] Voyez l'article de M. A. Girard dans: *Tunnel do Rocio* par P. Choffat, p. 80 et 84.

Ces travertins étaient déposés par des sources provenant du massif jurassique situé à l'Est, sources chargées d'acide carbonique, et présentant peut-être une thermalité plus élevée que la température du lieu, comme c'est encore le cas pour les sources d'Arrifana[1], à 2½ kilomètres au Sud de Condeixa, qui pourtant ne contiennent pas une proportion de calcaire plus forte que de coutume.

Après avoir déposé le plateau de travertin Sernache-Condeixa, ces eaux durent se creuser des lits dans ce plateau, soit simplement parce que leur dépôts avaient obstrué leur passage à la surface et qu'elles durent se frayer un chemin souterrain, soit qu'elles eussent perdu les propriétés qui les rendaient plus incrustantes qu'elles ne le sont actuellement, ce qui peut être le résultat des légers mouvements de terrain qui ont donné, par places, une certaine inclinaison au tuf, ou simplement par suite d'un climat moins humide.

C'est ensuite que commença la formation des gradins de tuf sur les flancs des ravins, formation qui, par places, continue encore de nos jours. Le fait que ces eaux creusent et déposent paraît à première vue anormal, mais aujourd'hui encore, suivant ce que me disait un homme fort intelligent de Condeixa, il y a «des eaux qui déposent et d'autres qui mangent les dépôts». Il serait assurément fort intéressant d'analyser ces différentes sources et de voir s'il se forme actuellement des tufs de même nature que les travertins du plateau. Ce n'est qu'avec ces analyses et des sondages que l'on pourra avoir des connaissances positives sur les dépôts actuels et en tirer des conclusions sur les dépôts anciens.

En somme, la formation de ces tufs ayant commencé pendant le Pliocène supérieur ou lui ayant immédiatement succédé et durant encore actuellement, quel est l'âge que l'on doit leur assigner dans la carte géologique?

Théoriquement, il serait préférable de faire la distinction entre les tufs à caractère ancien et les tufs récents, mais je doute fort que cette séparation soit praticable dans une carte, et il me semble préférable de les colorier comme quaternaire, ce qui a l'avantage d'indiquer l'âge moyen et le plus probable, et aussi celui de permettre la distinction entre ces tufs et les sables pliocènes qui présentent une extension considérable dans la contrée.

---

[1] Voyez la note de la page suivante.

Note sur les sources d'Arrifana.— Dans mes: *Contributions à la connaissance géologique des sources minéro-thermales des aires mésozoïques du Portugal.* (Lisbonne 1893, p. 83), j'ai donné quelques renseignements sur ces sources que j'avais vues rapidement en 1887.

Ayant eu l'occasion d'y retourner depuis lors, j'ai pu compléter ces observations et j'ai rapporté à Lisbonne trois bouteilles d'eau que M. le Dr. Mastbaum a bien voulu analyser avec son dévouement habituel pour les choses scientifiques.

Quoique certains détails n'aient pas de rapport direct avec les tufs de Condeixa, je crois bon de les publier ici, en complétant mon article de 1893.

Le village d'Arrifana est situé à 15 kilomètres au S.O. de Coïmbra, soit à $2^1/_2$ kilomètres de Condeixa, au pied du massif de Jurassique moyen qui forme l'extrémité septentrionale de la Serra de Sicó et de Rabaçal. A 200 mètres au N.O. du village se trouve un petit établissement de bains, indiqué dans la carte chorographique.

En ce point émergent trois sources, dont les deux méridionales sont réputées thermales et sont utilisées pour des bains; ce sont probablement des déversoirs du trop-plein d'un cours d'eau souterrain alimenté par le massif calcaire, car un puits foncé en 1884 à peu de distance de ces sources, a dû être comblé, vu qu'il fournissait une telle quantité d'eau qu'elle envahissait les terres cultivées.

Ces trois sources se trouvent à égale distance l'une de l'autre, sur une ligne d'environ 300 mètres de longueur. Elles sourdent toutes trois du calcaire bathonien, mais il est recouvert dans la source médiane par des arênes crétaciques, et on ne peut pas observer le point d'émergence de la 3^e, dont l'eau est amenée aux bains par un canal d'environ 15 mètres.

La source septentrionale, qui est la plus abondante, sort directement des crevasses du calcaire bathonien; c'est à un mélange d'eaux moins profondes, ou à un courant d'air que l'on doit attribuer le fait de présenter la température la plus basse.

La source médiane est facilement observable. L'eau sourd en différents points de la chambre de captation, avec dégagements de gaz durant une demi-minute, et séparés par des intervalles d'une minute.

Cette eau ne présente ni saveur, ni odeur.

Le 20 décembre 1893, à 2^h après midi, la fontaine abondante de Condeixa-Velha avait une température de 15°,8, tandis que les trois sources d'Arrifana, situées à 39 mètres plus bas, m'ont donné du Nord au Sud: 16°,6; 22°,8 à 23° et 19°,8.

Le 1er Août 1887, j'avais trouvé 19° pour la source septentrionale, et 25 pour la source médiane. Mon thermomètre n'était pas vérifié, mais on peut pourtant en conclure à une température plus haute et à la même différence entre les deux sources.

L'observatoire de Coïmbra est le point le plus voisin d'Arrifana, d'où l'on connaîsse la température moyenne de l'air. En tenant compte de la différence d'altitude, on trouve pour Arrifana 15°,7 soit environ 16°, ce qui correspond à la

température de la source de Condeixa-a-Velha. Les deux sources méridionales sont donc incontestablement thermales; il est probable qu'elles doivent leur calorique au massif montagneux dont elles proviennent et dont l'altitude moyenne est de 250 à 300 mètres, tandis que celle des sources est environ de 25^m.

Malgré la thermalité de ces eaux, leur composition ne montre absolument rien de particulier, et la somme des matières dissoutes n'atteint pas 0^{gr},4 par litre.

Résultats obtenus

	Source méridionale	Source médiane
Résidu fixe à 150° (grammes par litre).......	0,3988	0,3808
SiO^2..................................	0,0140	0,0152
Fe^2O^3..................................	0,0036	0,0028
Ca O (total)..............................	0,1407	0,1187
Mg O (total)..............................	0,0246	0,0334
Ca O (soluble)............................	0,0125	0,0120
Mg O (soluble)............................	0,0155	0,0207
SO^3..................................	0,0179	0,0254
Cl..................................	0,0433	0,0461
N^2O^5..................................	0	0

Analyse systématique

$CaSO^4$..................................	0,0304	0,0291
$MgSO^4$..................................	—	0,0125
$MgCl^2$..................................	0,0368	0,0392
Na Cl..................................	0,0260	0,0277
$CaCO^3$..................................	0,2289	0,1906
$MgCO^3$..................................	0,0191	0,0267
Fe^2O^3..................................	0,0036	0,0028
SiO^2..................................	0,0140	0,0152

Je ne connais pas la nature du gaz qui se dégage du fond des sources.

II

NOTE

SUR LA

CORROSION D'UN ALUN BIRÉFRINGENT

PAR

A. Bensaude

Depuis longtemps, je cherchais, mais en vain, une preuve directe de ce que l'anomalie optique observée dans certains cristaux d'alun, soit due à des densités anormales de la matière cristalline. Les raisons qui m'engageaient à chercher dans cette voie ont été consignées pour la première fois, dans cette même publication en 1883.[1]

Les cristaux d'alun industriel qui présentent les phénomènes de corrosion que je vais décrire, sont de gros octaèdres, ayant un diamètre de 40 à 60 millimètres.

Coupés en plaques, ils présentent une biréfringence très accentuée. Ces cristaux sont composés, comme d'habitude, de huit pyramides uniaxes, d'orientation différente, ayant chacune une des faces de l'octaèdre pour base et leurs sommets dans le centre du cristal.

D'après un essai qualitatif, ces cristaux ont été reconnus comme alun d'aluminium et potassium, contenant cependant une assez forte quantité de fer et de sodium. Les petits cristaux d'alun, que l'on peut se procurer par l'évaporation lente d'une solution dans des cuvettes de laboratoire, n'ont pas montré les phénomènes que je vais décrire, probablement à cause de leur petitesse.

Méthode de corrosion: On se procure une solution d'alun saturée à une température de 14 à 15° cent. environ. On plonge la plaque

[1] Vol. I, pag. 45-57.

d'alun dans cette solution en la suspendant, ou en la posant sur un trépied, de manière à ce que la plaque en soit entièrement entourée et parallèle à la surface du liquide. Préabablement il faut polir la plaque sur du velours de soie, quand la surface à attaquer n'est pas une face naturelle de l'octaèdre.

La plaque, une fois plongée dans la solution, doit être ainsi exposée à la chaleur du soleil, ce qui amène une élévation très lente de la température. Aussitôt la corrosion commence, la solution n'étant plus saturée.[1]

Les plaques d'alun anomal, sur lesquelles j'ai agi, sont presque toutes taillées normalement à l'un des plans de l'octaèdre; quelque soit l'angle compris entre la face taillée et une des arêtes de l'octaèdre, le résultat de la corrosion est toujours le même, pourvu que la préparation soit prise près du centre d'une face octaédrique. Ces plaques se recouvrent de rainures très fines et parallèles. Vues à la loupe, ces rainures rappellent les traits d'un micromètre rayé sur verre.

Si la préparation a été coupée à travers plusieurs pyramides optiques, on trouve que les rainures sont différemment placées sur chacun des champs optiques correspondant à chacune de ces pyramides, mais plus nombreuses et plus nettes sur le champ contigu à la face octraédrique normale à la plaque et plus marquées vers le bord. Il y a toujours un système de rainures parallèles à l'intersection de la face artificielle avec chacune des faces de l'octaèdre coupées par celle-ci.

Ces systêmes de rainures, sont complètement indépendants des trainées d'inclusions liquides, qui se trouvent parfois dans ces cristaux, comme le prouve l'examen microscopique. Ce sont, en effet, les parties les plus homogènes de la plaque, qui montrent ces traits de corrosion de la façon la plus nette.

La distance entre deux rainures contigües varie entre un demi et un cinquantième de millimètre.

Ces rainures de corrosion ne sont pas d'accord avec la symétrie normale de l'alun. Une plaque coupée normalement à une des faces de l'octaèdre et parallèle à l'arête de combinaison du cube avec l'octaèdre devrait présenter des figures de corrosion monosymétriques, d'accord avec la symétrie de cette face artificielle.

C'est en effet ce que l'on observe sur des plaques d'alun isotrope de deux provenances différentes taillées de la même façon; seulement les figures de corrosion, quoique paraissant monosymétriques, sont

[1] Klocke, *Zeitschrift für Krystallographie*, etc. 1878, Vol. II, pag. 126-152.

peu précises, en tous les cas la surface est attaquée de la même façon sur toute son étendue.

Si la plaque coupée dans la position décrite est prise dans l'alun biréfringent, dont j'ai parlé plus haut, elle pourra traverser quatre pyramides optiques. En lumière polarisée parallèle elle se montrera composée de quatre champs actifs, séparés entre eux, par des zones isotropes. La plupart de ces plaques présentent après la corrosion de nombreuses rainures parallèlement disposées à la limite extérieure de chacune des parties biréfringentes, s'arrêtant ordinairement dans le voisinage des bandes isotropes et ne les traversant que rarement; dans ce cas elles s'amincissent et deviennent presque imperceptibles. Ces rainures ne peuvent donc être considérées comme dues à la superposition de couches très minces, disposées parallèlement aux faces de l'octaèdre, ayant entre elles une solubilité un peu différente.

Les couches les plus solubles devraient alors se dissoudre également tout autour du cristal produisant des rainures continues autour de la plaque, sans s'arrêter auprès des minces zones isotropes.

Ces rainures ne prouvent pas non plus que l'alun anomal soit formé par la jonction de huit individus rhomboédriques, ce que nous voyons du reste par l'observation suivante entre autres.

Des plaques coupées paralèllement aux faces du cube, et prises près du centre du cristal, montrent parfois des rainures vers les bords de la plaque, tandis qu'au milieu on les trouve quelquefois recouvertes des figures de corrosion normales tétrasymétriques décrites par Klocke. Il faut donc déduire des observations précédentes que:

1.° La densité dans chacune des pyramides optiques de cet alun est anormalement amoindri parallèlement aux faces de l'octaèdre.

2.° Les zones isotropes, qui divisent ces pyramides, sont plus denses que les autres parties du cristal.

Cet amoindrissement de la densité, parallèle à chacune des faces de l'octaèdre, produit naturellement la biréfringence des pyramides intégrantes, qui ont pour bases chacune des faces de l'octaèdre. Comme cette disposition *anormale* de la matière correspond à la disposition des densités dans les cristaux normalement uniaxes (rhomboédriques) l'axe optique de chaque pyramide doit être normale à la face octaédrique qui lui sert de base; ce qui est en effet le cas pour les gros octaèdres d'aluns biréfringents.

On sait que M. R. Brauns a prouvé que l'anomalie se trouve presque toujours dans les cristaux formés dans une solution de différents aluns ce qui a été le cas pour l'alun en question, comme le prouve son

analyse qualitative. M. Brauns déduit de ses intéressantes expériences que l'anomalie est due au mélange de molécules isomorphes, mais non absolument pareilles, de différents aluns dans le même cristal, ce qui me paraît impossible.

Les zones isotropes, qui séparent les parties biréfringentes se trouvent disposées selon les directions dans lesquelles la cristallisation s'est faite avec plus d'énergie, c'est-à-dire du centre vers les arêtes du cristal. Or, ces zones sont, elles aussi, formées par un mélange de molécules isomorphes et sont cependant restées isotropes, donc, ce n'est pas le mélange de molécules isomorphes dans le cristal qui a pu produire l'anomalie, car dans ce cas ces zones devraient être biréfringentes, comme le reste du cristal.

Ceci reconnu, il ne reste plus qu'une cause possible d'anomalie: c'est la présence des molécules isomorphes dans la solution même, pendant la formation du cristal.

La cause physique de l'anomalie étant une distribution anormale des densités, la présence de molécules isomorphes dans le milieu produit des altérations de densité dans ces cristaux. Nous arrivons donc à la conclusion, que, par la simple influence externe du milieu, les propriétés physiques des cristaux d'alun peuvent être altérées dans une certaine mesure, puisque ces propriétés physiques en sont dépendantes. Cette influence se fait surtout remarquer dans les directions où la cristallisation est moins énergique, tandis que dans celle où la matière est attirée avec le plus de vigueur il se forment des zones de densité normale et par conséquent isotropes où l'influence du milieu ne se fait pas sentir. L'ignorance dans laquelle on était jusqu'à présent concernant la disposition anormale des densités dues à l'influence du milieu, a empêché de donner une explication satisfaisante des anomalies de l'alun.[1]

Lisbonne le 5 janvier, 1895.

[1] Dans une publication récente, *Beitrag zu einer Theorie der optischen Anomalien der regulären Krystalle*, Lissabon, 1894, pag. 32 à 43, j'ai cherché à prouver que les phénomènes anomaux, d'un grand nombre de cristaux, doivent être expliqués par des amoindrissements de densité, dûs très probablement à l'influence du milieu. L'analcime de la foyaïte de l'Algarve présente aussi des figures de corrosion, que je décrirai prochainement, qui prouvent la disposition anormale des densités dans ces cristaux.

III

NOTES SUR L'ÉROSION EN PORTUGAL

PAR

PAUL CHOFFAT

I.— Sur quelques cas d'érosion atmosphérique dans les granites du Minho (Tafoni)

(Avec 4 planches)

Dans les deux contrées dont il va être question, le Gerez et Faro-d'Anha, au sud de Vianna-do-Castello, les cas d'érosion affectent un granite à grands cristaux de feldspath facilement attaqués par les agents atmosphériques. Celui de Faro-d'Anha contient de grandes lames de mica, que je n'ai pas rencontrées au Gerez.

Dans les parties du Gerez dont l'altitude dépasse 900 mètres, la végétation se borne souvent à quelques herbes ou à quelques broussailles croissant dans les fentes plus ou moins élargies qui séparent des masses de granite, dont la surface est absolument nue.

La face supérieure de ces masses de granite présente presque toujours des excavations, généralement circulaires, dont le diamètre varie entre 5 et 60 centimètres, la profondeur paraissant avoir au maximum $^1/_4$ du diamètre. En un mot, ces excavations n'ont pas l'aspect d'une marmite, mais plutôt celle d'une écuelle plate, ou d'une assiette creuse.

Lorsque la surface du granite est horizontale, ou à peu près horizontale, il n'y a pas de déversoir, mais lorsqu'elle est inclinée, il y a une sorte de goulot dirigé suivant la plus grande pente.

La disposition de ces excavations est absolument irrégulière, sauf pour quelques petites, de $0^m,15$ de diamètre, disposées en lignes droites suivant une fente presque imperceptible de la roche. Dans un autre cas, des cavités de mêmes dimensions étaient disposées en demi-cercle. Je n'ai pas vu ce qui a pu produire cette disposition.

En général, il n'y a pas de végétation dans ces excavations, et on peut affirmer qu'il n'y en a jamais eu dans celles qui se trouvent sur les sommets absolument nus.

Ces excavations sont plus profondes sur les surfaces en pente, mais elles ne présentent pas de parois du côté de la plus grande pente; elle a été érodée au fur et à mesure de l'approfondissement de l'excavation, pour livrer passage à l'eau. La plus profonde que j'aie rencontrée au Gerez a 50 centimètres de hauteur du côté opposé à l'écoulement.

Je mentionnerai encore un fait unique, observé à Cruz-do-Pinheiro, à l'Est de Portella-do-Homem. Les parois de l'excavation ont résisté à l'érosion générale de la roche ambiante, comme si elles avaient subi un durcissement, de sorte que l'excavation forme un léger relief au dessus de la surface plane.

J'ai retrouvé des excavations analogues à Faro-d'Anha, mais dans des conditions bien différentes:

L'altitude de cette colline, et par conséquent de ces excavations, n'est que de 160 à 180 mètres au lieu de 900, ou plus; elle n'est qu'à 3 kilomètres de l'Océan, au lieu d'en être éloignée de 70 kilomètres, et la surface de ses sommets granitiques est dépassée par les cimes de pins élevés et serrés, au lieu d'être complètement exposée au vent et à la pluie.

Ici les excavations sont moins régulièrement arrondies et sont un peu plus profondes, ce qui tient peut-être à ce qu'au lieu d'être nues, elles contiennent de la mousse qui maintient l'humidité et même de l'eau pendant la plus grande partie de l'année. La profondeur ne dépasse pas 20 à 30 centimètres lorsque l'excavation n'a pas de déversoir, ou bien lorsqu'elle est au milieu de la surface, mais lorsqu'elle est sur le bord, il se reproduit le cas signalé au Gerez, et j'en ai aussi observé de 50 centimètres de profondeur (fig. 1).

Fig. 2

Fig. 1

Les parois sont en général franchement concaves (fig. 2).

La pl. I montre de ces excavations sans déversoir, et la pl. II en montre d'autres communiquant entre elles par des déversoirs. Les dimensions sont indiquées par la canne mise en travers; sa longueur est de 0^m,90.

Ces excavations étaient remplies de mousse que j'ai enlevée avant de les photographier.

La colline de Faro-d'Anha présente en outre un fait beaucoup plus curieux. Ce sont des cavités irrégulières, ayant à l'intérieur des bandes proéminentes, à arêtes vives, se trouvant aussi bien au toit que sur les côtés et paraissant être les restes de parois ayant séparé des cavités distinctes, comme elles existent encore dans le bloc représenté pl. IV.

Une perforation presque horizontale traverse ce bloc depuis le point b jusqu'à l'épaule de l'homme; une autre, verticale, se trouve au point a. Au-dessus de cette lettre on voit sortir l'extrémité d'une canne de 0^m,90 de longueur.

Ces ouvertures sont plus généralement sur le côté (pl. III) que dans le dessus et se trouvent tantôt dans la roche en place, tantôt dans des blocs isolés.

Ce sont probablement ces séries de cavités et les grandes crevasses qui auront séparé ces blocs de la masse granitique, mais il est possible que leur présence au sommet de petits mamelons soit dûe à l'action de l'homme, tous ces sommets présentant des preuves d'habitations protohistoriques. Le bloc représenté pl. IV peut avoir été transporté, ce qui ne paraît pas avoir été le cas pour celui de pl. III.

Ces cavités ne peuvent pourtant pas avoir servi d'habitations, leurs dimensions étant trop exigües pour que l'on ait pu les habiter sans détruire les arêtes tranchantes dont elles sont tapissées.

La plus grande cavité que j'aie rencontrée a 2 mètres de long sur un de large, mais est fort basse. Les populations protohistoriques aux-

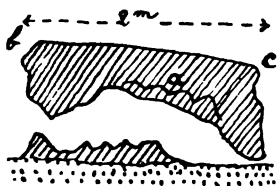



Fig. 3

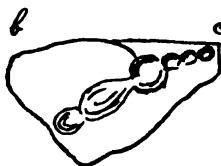



Fig. 4

quelles je viens de faire allusion, avaient du reste une civilisation relativement avancée, et construisaient des enceintes fortifiées (citanias).

La figure 3 représente une vue-coupe d'une cavité dans la roche en place, et la fig. 4 le dessus de la pierre, où l'on voit des écuelles analogues à celles dont il vient d'être question plus haut. Elles ne communiquent pas avec l'intérieur. Cette grotte se trouve à l'altitude de 100^{m}, sur le flanc de la colline, à l'Ouest du signal de Faro-d'Anha.

Ces curieuses formes d'érosion du granite sont assurément fort rares, mais ne sont pourtant pas spéciales au Portugal. Des cas analogues, assez fréquents en Corse, ont été décrits par M. Hans Reusch[1] sous le nom indigène de *tafoni*, auquel il emploie concurremment celui de *pots de géants*, en quoi il a tort à mon avis, cette dernière expression étant absolument synonyme de *marmites de géants* et employée exclusivement pour des excavations creusées par l'érosion mécanique.

En Corse comme à Faro-d'Anha, les *tafoni* se trouvent aussi bien dans des blocs détachés que dans la roche en place, mais ils atteignent des dimensions que je n'ai pas observées en Portugal, car M. Reusch parle «d'un grand bloc, dont il ne restait autre chose qu'une écorce assez mince, utilisé comme bergerie.»

Avant de chercher l'explication de ces derniers cas, voyons d'abord le fait beaucoup plus simple des écuelles observées au Gerez et à Faro-d'Anha.

Je crois inutile d'insister sur ce qu'elles ne peuvent pas être le résultat d'une érosion mécanique, comme c'est le cas pour les marmites de géants; leur situation et la forme irrégulière de quelques-unes en sont une preuve trop évidente. Toutefois, il est à prendre en considération que des excavations de ce genre pourraient parfois donner lieu à confusion, aussi ne saurait-on se passer d'une description rigoureuse lorsque l'on cite des marmites de géants comme preuve d'anciens glaciers, d'anciens torrents, ou de variations du niveau de l'Océan.

M. Penk fait remarquer que des écuelles analogues à celles que

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XI, 1882. p. 65, et *Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania*. Aar 1878. N.° 7.

Penk. (*Morphologie der Erdoberfläche*. Stuttgart, 1894, 1re partie, p. 214) emploie la désignation de *Tafoni* pour les cavités analogues creusées dans les grès, les calcaires, les conglomérats, etc. Dans sa *Description de la province de Madrid*, Casiano de Prado consacre un chapitre (p. 60 à 76) à la décomposition du Granite et mentionne des écuelles et des trous à rapporter aux Tafoni.

je viens de citer ont souvent été considérées comme artificielles, et que beaucoup des soi-disant blocs à sacrifices n'ont pas d'autre explication.

Dans mes courses à travers le Jura franc-comtois, j'ai souvent rencontré des excavations analogues à celles que je viens de décrire, quoique beaucoup plus petites. Lorsque l'on se trouve sur une surface de calcaire parfaitement unie, comme sont celles qui ont été polies par les anciens glaciers, on voit que l'eau de pluie disparaît rapidement, tant par écoulement que par évaporation, sauf au-dessous des petites pierres qui se trouvent par hasard à la surface. Là, elle stationne et dissout le calcaire sous-jacent; une nouvelle pluie enlève l'eau saturée de bicarbonate de chaux et la remplace par de l'eau nouvelle, capable de continuer le travail de la précédente, si bien que la petite pierre finit par s'enfoncer peu à peu dans le calcaire, où elle se dissout et finit par disparaître si elle est elle-même calcaire. Plus la cavité augmente, plus elle conserve d'eau, autrement dit de force de travail.

Il est évident que l'origine des excavations dans le granite est soit la présence d'un corps étranger, soit une irrégularité retenant l'eau sur un même point. Dans ce cas, il ne s'agit pas de dissolution comme pour le calcaire, mais de décomposition. Le feldspath est transformé en kaolin et celui-ci enlevé par le vent, explication très bonne pour les excavations du Gerez, mais qui ne peut pas servir pour celles de Faro-d'Anha, qui sont remplies de mousse. Doit-on admettre que l'excavation ne progresse plus lorsqu'elle est envahie par la végétation et qu'elle n'a pas de déversoir?

Il est facile de s'expliquer la concavité des parois par le fait que l'eau stationne plus longtemps dans le fond de la cavité que jusqu'en haut, elle agit donc plus longtemps sur le fond et peut par conséquent l'élargir.

Une autre circonstance, que me fait remarquer M. Heim, influe aussi sur cette concavité des parois, tout en réalisant ce durcissement des bords dont j'ai cité un cas, dans lequel ces bords forment saillie au dessus de la roche ambiante détruite peu à peu par l'érosion. Elle consiste en ce que l'acide silicique rendu soluble lors de la kaolinisation du feldspath, s'infiltre dans les parois et les cimente en se desséchant, ce qui n'a pas lieu dans la partie restée sous l'eau.

M. Reusch explique la formation des *tafoni* de la Corse par l'érosion atmosphérique agissant sur du granite contenant des parties plus facilement décomposables que le reste de la roche. Il a observé des *tafoni* dans le granite et dans le schiste, et a trouvé dans le fond des

cavités des morceaux de roche à moitié décomposés, et de la poussière provenant de sa désagrégation.

Cette décomposition du granite par les agents atmosphériques a une grande analogie avec la formation des lapiés des contrées calcaires, et je ne serais pas surpris que l'on doive considérer comme *champ de lapiés* un petit plateau granitique situé entre Borageira et le col de Leonte. L'approche de la nuit ne m'a pas permis de m'y arrêter pour l'observer.

EXPLICATION DES PLANCHES

Les vues I à III proviennent du sommet le plus élevé de Faro-d'Anha (altitude 184m). Les deux surfaces représentées dans les planches I et II sont séparées par une crevasse dans laquelle se trouve le bloc de pl. III. Le bloc de pl. IV est au sommet d'un autre monticule, à peu de distance du premier (altitude 175m).

La canne qui figure dans ces 4 planches a 0m,90 de longueur.

Pl. I. Ecuelles ne communiquant pas entre elles.

Pl. II. Ecuelles communiquant entre elles par des déversoirs.

La mousse qui remplissait les écuelles a été enlevée.

Les pl. III et IV ont été expliquées plus haut. J'ajouterai seulement que des carrières poussées activement amèneront probablement la destruction du beau bloc de pl. IV.

CLICHÉ CHOFFAT.

CLICHÉ CHOFFAT.

Cliché Choffat.

CLICHÉ CHOFFAT

IV

APONTAMENTOS ÁCERCA DA REGIÃO LITTORAL

COMPREHENDIDA ENTRE AS LAGOAS DE MIRA E DE ESMORIZ

(DUNAS D'AVEIRO)

POR

EGBERTO DE MAGALHÃES MESQUITA

Na faixa littoral, que se percorre desde as lagoas de Mira até á de Esmoriz, e que comprehende uma extensão de 60 kilometros approximadamente, o movimento impulsor e desaggregante dos ventos sobre as areias da beiramar occasiona invasões importantes, que merecem uma cuidadosa analyse. Com quanto os terrenos, que constituem esta região, sejam de natureza geralmente homogenea, e nas suas mais latas condições tenham semelhança pronunciada e offereçam sensivel paridade no maior numero de circumstancias que n'elles concorrem, destacam-se, comtudo, em alguns pontos differenças salientes, caracteres especiaes, que muito convém especificar pela maneira como influem no caminho a proseguir nos trabalhos de aproveitamento d'aquellas areias, valorisando-as pela sua cultura. E, por isso, n'uma simples descripção procuraremos accentuar todos esses pormenores mais interessantes e peculiares de tão curiosa como pittoresca região.

Embrenhemo-nos nos grandes medões da Gafanha e, tomando o lado norte como ponto de partida para o estudo dos areaes, que ali se revolvem, nota-se logo que uma longa orla de terreno em cultura, em parte arborisada, os separa das rias de Ilhavo, Vagos e Costa Nova, apresentando n'aquelle quadrante a sua maior largura, que é approximadamente de 3:500 metros. Em continuidade a ella, estende-se pelo sul uma larga baixeira, humente, em que o Estado apoiou os seus trabalhos iniciaes de fixação d'aquelle vasto areal.

É bem manifesta a influencia, que já está exercendo a parte semeada e que abrange muitas dezenas de hectares. Estas areias, que ainda ha poucos annos se precipitavam sobre os terrenos do nascente, immobilisadas como estão pelos mattos e arvoredos que ora as povoam, são hoje segura protecção a tantos casaes que viam imminente o seu aniquilamento. Por isso aquella gente tanto bemdiz agora o que ainda não ha muito invectivava. Mas, para que haja garantia na permanencia de taes beneficios, é indispensavel que se prosiga sem interrupções em tão util melhoramento, evitando-se que elles sejam destruidos pela invasão das areias que se sublevam ao poente.

O mesmo se observa logo para sul da estrada em construcção de Ilhavo á Costa Nova do Prado.

N'estes sitios são demasiadamente instaveis; caminham á mercê dos ventos por sobre as terras de cultura, que de anno para anno, vão perdendo o seu dominio. É d'isso irrefutavel prova o seguinte facto. Ha doze annos haviam sido semeados bastantes pinheiros, com o fim de servirem de defeza ás terras marginaes; mas, actualmente, apenas raros vestigios d'elles se descobrem. Quasi todos teem sido afogados pelas ondas de areia que constantemente se succedem!

Defronte da Vista Alegre, povoação formada quasi exclusivamente pelos estabelecimentos da conhecida fabrica de porcelana do mesmo nome, sobem ainda os avanços, apesar das lombas de areia se erguerem afastadas dos marginaes e, entre aquellas e estes, haver longas depressões, mais ou menos entrapadas. Acontece, porém, que os ventos, trazendo do interior as areias das dunas altaneiras, impellem-nas com violencia, galgando os terrenos mais baixos, e indo depositar-se sómente nos sitios onde deparam com estorvo á sua marcha, que n'esse caso fica interrompida.

É justamente o caso que se dá nos pinhaes, que os povos possuem ao poente das suas terras agricultadas, e que foram semeados para obstarem á invasão das areias. É, em virtude d'este facto, que ellas, agglomerando-se n'aquella linha defensora, abrem caminho atravez d'esses pinhaes. E d'esta fórma, vastos lençoes d'areia vão assaltando as culturas, alastrando-se sobre ellas.

Caminhando até defronte dos Cardaes, encontra-se a mesma baixa intercalar. As areias avançam, mas não alteiam. Conservam-se sensivelmente planas, mas açoriam no entanto aquella assentada que, pela sua propriedade hygroscopica, está um tanto coberta de vegetação propria, predominando o *Lolium strictum*. Presl., e o *Triticum repens*. L.

Esta planura, que se estende ao sul da capella da Senhora de Va-

gos, é, pela natureza do seu revestimento, aproveitada para pascigo de gado vaccum e cavallar. Convém notar que, n'este local, houve em tempo um pequeno lago, que se conservava tanto de inverno como no estio. Ainda, ha poucos annos, existiam restos d'elle, prestes a desapparecerem. Hoje não se distinguem d'esse lago os menores vestigios!

Tambem é digno de se assignalar que, em epochas não muito remotas, todo aquelle terreno (ainda agora geralmente mais ou menos humido e estavel) era explorado como praia de moliço; e uma valla, que corre proximo á mesma capella, e que presentemente é estreitissima, já tivera muito mais profundidade e largura, a ponto de dar livre passagem a barcos carregados de moliço, o que actualmente é de todo impossivel.

Parece-nos fóra de duvida, que estes factos não podem attribuir-se a outra causa, que não seja a invasão lenta, ali exercida pelas areias do interior. A não afastada distancia para o sul, estas apresentam-se muito mais soltas, evidentemente propensas a irem invadindo as terras de pão, que d'antes se alongavam consideravelmente para oeste. E, como consequencia d'esta maior mobilidade, a vegetação n'este sitio rareia bastante, inversamente ao que succede logo adeante, entre Moitas e Lombomeão, onde os avanços não se manifestam tão frisantes, as baixas d'outr'ora conservando-se ainda frescas e encabelladas em amiudados pontos. No entanto, se esses terrenos firmes, agricultados, não são invadidos hoje, sel-o-hão ámanhã inevitavelmente. As dunas que lhes ficam adjacentes, embora permaneçam por emquanto estacionarias, podem em breve, pelo seu natural movimento inconstante, cobri-los de subito, pela mesma fórma e como se tem dado em muitas outras propriedades particulares. Comtudo, note-se que, ainda não ha muito, se operaram ali alguns movimentos de areia, porque no meio das terras agricultadas, entre o Lombomeão e a Lomba, resaltam duas corôas d'areia, que, decerto, foram formadas pela acção dos ventos.

Desde a Vigia até Calvão [1] corre uma comprida lingueta de areia solta, atravessando a terra interior, quasi toda semeada de pinhal, havendo apenas uma pequena parte cultivada. Como n'esta zona o solo é formado, á superficie, de areia, e o sub-solo é fundo e constituido de boa terra aravel, parece ter sido esta a sua natureza primitiva, mas que depois se tem modificado pelo addicionamento superficial de areias, que as dunas do interior sobre ella vão descarregando com intensa rapidez.

[1] Galvão na carta chorographica.

Aquelle areal que atravessa esse terreno, e que nos tempos em que se formou se foi prolongando assustadoramente (segundo informações locaes), pode considerar-se actualmente paralysado, excepto defronte da Parada e do Calvão, onde lança dois estreitos braços, que correm rapidamente sobre os terrenos cultivados pelos povos d'aquellas localidades. A direcção d'esta comprida fita de areia vem mais uma vez confirmar que o N.N.W. é o vento dominante e aquelle de cuja acção mais ha a receiar. N'esta parte, da Vigia ao Seixo, os proprietarios e rendeiros das terras confinantes ás areias, não teem procurado os indispensaveis meios para evitarem os açoriamentos das mesmas terras, facto que assignalamos, mas felizmente raro em toda esta região.

N'este vasto areal da Gafanha depara-se inopinadamente com os chamados *olheiros*, especie de armadilhas formadas pela acção combinada da chuva e dos ventos, que podem sorver de improviso o viajante descuidoso.

N'este chão espalham-se muitos lagosinhos, que a hygroscopicidade hibernal origina, e que n'esta estação aprofundam até mais de um metro.

Quando o vento começa de soprar do norte transporta comsigo porções de areia, que, ao perpassarem por sobre esses pequeninos lagos, se precipitam em guisa de chuva sobre a sua superficie limpida, tranquilla e ordinariamente bastante abrigada; descem sem attricto, sem movimento algum forçado, até que se conservam, por assim dizer, em equilibrio no meio da agua, construindo uma infinidade de abobadas que, egualmente vão sustentando outras novas, que veem adherir ás primeiras, e assim successivamente.

A ultima d'estas, elevando-se acima do nivel das aguas, achando-se exposta ao dominio da atmosphera, recobra a côr branca, torna-se secca e esconde perfeitamente o abysmo que banha os alicerces d'essas construcções naturaes. Então, o que calcar aquellas superficies, põe em desordem todas as linhas de construcção e o desmoronar do edificio é fatal! As abobadas desintegram-se, cedendo ao peso do caminheiro, e este vê-se submergido n'aquelle enganoso chão. Sómente o instincto dos animaes ou a longa pratica dos habitantes da Gafanha, consegue furta-los ao perigo dos *olheiros*. Nós temôs tido occasião de vêr mais do que um, e já podémos admirar o instincto, na verdade assombroso, de um cão que, ao approximar-se da beira de um d'estes precipicios, recuou latindo estrepitosamente, desviando a direcção ao nosso caminho errado.

Seguindo, finalmente, do Seixo aos palheiros de Mira, encontra-se

a grande planicie denominada a Videira, constituida por um solo arenoso, na maior parte alagadiço e muito coberto de junco, n'outra, apenas humido e vestido parcamente da vegetação peculiar a esta ordem de terrenos, predominando n'ella sobretudo o *estormo (Psamma arenaria)* e a *madorneira (Artemisia critmifolia)*.

Esta extensa baixa, que occupa uns 600 hectares, vae terminar junto ao Oceano, e é separada dos terrenos firmes de Mira por uma longa tira de areal, correndo pelo nascente, e que, impellida pelo norte, vae destacando em varios pontos porções de areia, que são successivamente arremessadas sobre os pinhaes e gandaras visinhas. Estas areias prolongam-se d'este modo e vão perder-se nos grandes médões, que se revolvem ao sul dos pousios da Videira, e onde então ellas se movem na mais completa liberdade, prejudicando extraordinariamente as terras fabricadas e os pinhaes, como succede no pinhal municipal das Castinhas. Aqui é enorme o avanço das areias.

É, n'aquelle grande pousio, que se encontram, afastadas entre si e em posição triangular, tres lagoas d'agua doce, sendo a ultima ligada á ria de Aveiro por uma pequena ramificação d'esta, um estreito regato presentemente, mas que n'outras epochas parece ter desempenhado papel identico ao da mesma ria, da qual não é senão um prolongamento. Estas lagoas communicam-se mutuamente. A primeira, situada quasi defronte da povoação de Portomar, abre um acanhado rego d'agua, que estabelece a correspondencia com a segunda. Esta fica adjunta aos palheiros da Costa de Mira e, por seu turno, estende tambem um tenue ribeiro, que se vae reunir á terceira, pelo norte, perto do mar e que, quanto a nós, indica um resto da ria antiga, que resistiu ás modificações hydrographicas que n'ella se teem operado. Pode considerar-se, por certo, menos uma lagoa do que um alargamento da ribeira que, continuando para o norte, vae perder-se na mesma ria, no sitio denominado o Areão. O agrupamento de palheiros, que formam o Areão, não se vê indicado na carta chorographica, porque ao tempo em que esta foi levantada ainda nenhuns existiam. Fica proximamente a 3 kilometros para norte da pyramide geodesica da Boca da Barra. Ora, marcando pelo ligeiro a sua situação na referida carta, vê-se que ainda mesmo muito ao sul d'esse ponto, na epoca em que se procedeu aos trabalhos geodesicos, a ria estendia-se com regular amplitude até ás Casas da Barra, ao passo que hoje o Areão representa o seu terminus, como acima se disse. Este phenomeno de reducção da ria comprehende-se facilmente, sabendo-se que todos os annos se reconhece esta especie de substituição das aguas pelas areias em maior ou menor grau,

como, por exemplo, aconteceu em dois annos, em que o alveo da ria recuou 48 metros para o norte. Entretanto, não julgamos que este facto provenha da acção resultante do correr das areias, mas seja devido a uma outra causa de natureza hydraulica, pois tanto a posição d'ellas, como o seu aspecto de tranquillidade não reforçam nem justificam essa asserção.

Tomando uma direcção em sentido inverso á que se tem trazido, depara-se com a verdadeira zona littoral, banhada ao occidente pelo Oceano, e ao oriente pela ria de Aveiro até ao Carregal (Ovar), onde de novo vae perder-se por entre os culminantes médões d'entre Ovar e Esmoriz, cujo aspecto é muito diverso do que se observa na Gafanha. Em quasi toda esta linha, tomando como base pontos firmes da triangulação e procedendo a successivas medições, estas não accusam variantes sensiveis; parecendo, portanto, que as areias estacionavam já de ha muito, o que realmente não succede. Este phenomeno tem uma explicação que a seu tempo exporemos, e foi observado por nós quando officialmente tivemos de proceder a diversos estudos n'esta região.

Entre o Areão e a Vagueira a fita d'areia é muito estreita e apresenta-se geralmente enrelvada de plantas arenosas, o que evita, por certo, qualquer açoriamento sobre a ria. Entretanto, esta é actualmente muito menos abundante d'aguas, e todos os annos se nota não só differença de nivel, mas tambem formação de corôas. E para exemplo recordaremos que, ainda ha dez annos, se passava embarcado por entre uma d'essas ilhotas e a areia littoral; agora a ilhota e o littoral estão ligados, formando uma a continuação do outro. Tambem se observa em alguns sitios da ria mais proximos da Vagueira, que a largura d'esta não excede $6^m,0$ e a profundidade $0^m,30$ quando ainda não ha muitos annos havia calle n'aquelles sitios. Não queremos dizer, que este abaixamento da ria seja devido ao açoriamento proveniente da margem oeste, porque esta até á Vagueira está entrapada; mas attribuimo-lo á acção das correntes fluviaes do norte, como em breve se verá.

Da Vagueira á Costa Nova todo o areal é geralmente plano, elevando-se apenas alguns pequenos monticulos cobertos de vegetação espontanea, composta de *cordeirinhos (Diotis candidissima*, Desf.) e *Escrophularia frutescens*, L., sobresahindo a *Scilla maritima*, L., sendo este unico ponto da costa onde ella apparece.

Encontra-se agua a $0^m,50$ de fundura, e as areias no geral pouco correm.

As margens da ria são egualmente pouco elevadas e cahem so-

bre ella quasi em escarpa, partindo logo um pouco acima do nivel das aguas, o que é bem diverso do que se dá na Costa Nova, onde a praia não é abrupta, descendo as margens sobre a ria em plano suavemente inclinado. De resto, o areal apresenta a mesma planura e a mesma vegetação, e sómente diverge o seu aspecto proximo dos palheiros, onde estes são prejudicados pelas lombas provenientes das aberturas que os separam entre si, e pelas quaes as areias veem encanadas.

A seguir á Costa Nova torna-se um pouco menos densa a vegetação, apparecendo mesmo em alguns pontos da margem pequenos tractos despidos e mais soltos; mas, antes de chegar ao paredão sul da barra d'Aveiro, esta parte da costa é terminada por uma faixa de areias completamente modificadas pelas culturas successivas, que ali se teem praticado com o mais feliz exito, existindo tambem ainda alguns pinheiros, semeados ha 34 annos e de desenvolvimento em extremo enfezado, por serem demasiadamente batidos pelo vento e estarem muito proximos do mar.

Se um dia se fizerem ao sul da barra d'Aveiro algumas sementeiras, deveria este campo de terreno firme servir de benefico auxiliar, como ponto d'abrigo e defeza a esses trabalhos.

Atravessando a barra (que corta esse longo tracto de areaes) já as dunas se apresentam com bastante diversidade.

Nas medições que ha annos fizemos em varios pontos, entre o cabedello norte e S. Jacintho, encontrámos na largura da costa algumas differenças para menos do lado do mar, o que attribuimos á corrosão proveniente da corrente maritima N.-S., propria da proximidade da bocca da barra. Para o lado da ria não nos accusaram ellas diminuição sensivel, o que bem se harmonisa com outras observações realisadas em varios sitios da mesma costa. Vê-se, portanto, que não tem havido alastramento das areias sobre a ria, o que não quer dizer que ellas tenham sido indifferentes ao seu açoriamento; ao contrario, é incontestavel que teem contribuido bastante para o estado de decadencia d'aquelle importante estuario. O facto parece explicar-se do seguinte modo.

Durante o anno, especialmente na estação do estio, o littoral é frequentado repetidas vezes pelas denominadas *nortadas*. O vento N.N.W., soprando a miudo com violencia, incide obliquamente á costa, e resvalando pela sua superficie, arrebata-lhe as particulas arenosas que a formam, e impellindo-as, quasi sempre em movimento rasteiro, vae abandoná-las muito mais ávante; depois, são novamente deslocadas pelo mesmo processo com rapidez, e assim successivamente em muitos

dias até que são lançadas na ria, onde cahem em fórma de chuva. Temos tido muitas occasiões de observar este phenomeno, que se torna demasiado incommodativo e impertinente para quem está na margem, onde então as areias batem com furia impetuosa. Ainda mesmo em superficies bastante afastadas da margem, nos dias de ventos mais fortes se nota este facto. Estas areias, assim fornecidas á ria, são, em virtude das correntes fluviaes, arrastadas á mercê d'estas, indo formar bancos e os diversos açoriamentos de que esta região tem sido e continua a ser victima. Por aqui se conclue, que em consequencia da acção constante das correntes aquosas, é que as areias não se deteem nas margens, não as ampliando portanto sensivelmente, como á primeira vista parecia dever succeder. Em razão d'essas causas, que tanto concorrem para o desseccamento da ria e da barra, entendemos ser da maior utilidade averiguar qual a quantidade volumetrica d'areia que cahe, por aquelle processo, sobre o alveo d'esse estuario n'uma dada superficie, em varios tempos, com determinados rumos e velocidades de ventos, e em diversos locaes. D'este modo com repetidas observações, empregando instrumentos e apparelhos proprios para a determinação cubica da areia cahida, e para a indicação anemometrica, conseguir-se-ha avaliar com bastante approximação a percentagem de areia que este littoral descarrega annualmente sobre aquella superficie da ria.

Nas proximidades da borda do mar, da barra para o norte, apparece alguma vegetação, formando como que uma cinta de plantas locaes, distinguindo-se entre estas o *estormo*, o *cordeirinho* e a *crucianella*. Para o centro as dunas elevam-se bastante, formando pequenas cordilheiras obliquando com o nornoroeste, intervalladas por valleiras mais ou menos humidas, mais ou menos largas, e n'este ponto fica-se agradavelmente impressionado deparando com um tracto de terreno já arborisado, e n'um perimetro de cerca de cem hectares. A vegetação que ali se nota, e que é como um oasis d'este sahará, representa o estado dos trabalhos de arborisação a que se tem procedido por iniciativa da Direcção Geral de Agricultura. Apoz esta superficie fixada, e até ao bico do Moranzel[1], as areias são muito soltas e culminam bastante. A vegetação natural é ali tão resumida e mesquinha, que raros são os pontos que ella matisa, mesmo sobre as margens, que egualmente se apresentam nuas, chegando em alguns sitios a virem as dunas cahir quasi em cutello sobre as aguas. Sómente nas curvas, descriptas pela

[1] Almundazel na carta chorographica.

ria, se descobre alguma vegetação, mas em quantidade exigua, bem como nas valleiras, que separam diversas lombas que se alteiam para o centro. Torna-se, com effeito, saliente a completa ausencia de revestimento nos bicos d'areia, que entram pelas aguas, attestando o movimento n'elles existente.

Pelo mar continua a mesma linha, e pode dizer-se que ella se prolonga por toda a costa com pequenas interrupções e irregularidades. Do Moranzel á Torreira o panorama muda completamente, porque na sua meia largura o areal é plano e sufficientemente entrapado até á ria, o que evita que as areias corram sobre o seu leito; e, se algum movimento se desenvolve, é decerto insignificantissimo e pouco apreciavel. A partir da Torreira segue pela margem da ria, parallela a esta, uma tira de terrenos cultivados, em tudo identicos aos que ladeiam a Gafanha, e que vão sendo conquistados na maior parte pelas dunas do occidente.

Nas primeiras terras pelo norte da Torreira, vê-se claramente quanto as areias teem avançado, pois ainda ha 34 annos (segundo informações locaes) as culturas estendiam-se até defronte da capella de S. Paio, e hoje esse espaço vê-se coberto d'areias, que se alteiam nos pontos que teem invadido.

Ao fundo, são soltas mas não erguidas, com largas assentadas cobertas d'algum *estormo* e *madorneira*, não correndo sensivelmente sobre os terrenos cultivados. Na Rapozeira não causam graves prejuizos, sendo as terras pouco areadas, e a prova está na muito maior largura que as propriedades aqui abrangem. Já não acontece o mesmo no cabo Guião, onde o solo se apresenta pouco vestido, as depressões menos humidas, e as areias não sendo altas no local dos avanços, correm quasi planas, sepultando todos os annos as terras de juncaes contiguas ás agricultadas.

Se precisamente no Lameiro o açoriamento se dá em grau menor, d'ahi até ao Carregal mais de uma vez apparecem avanços salientes. Em dois sitios as dunas conseguiram já apoderar-se das propriedades marginaes e chegarem á beira da ria, que é justamente o que, mais tarde ou mais cedo, virá a succeder em toda esta zona, por isso que, quando em alguns pontos ellas não correm immediatamente sobre as terras fabricadas, é porque a invasão se está dando nas baixas proximas do lado do poente, e que, depois de cobertas, cederão o logar áquellas.

Teem, pelo que se vê, estas servido por assim dizer para retardar e entorpecer os avançamentos das areias sobre essas terras e sobre

as aguas. No Carregal termina a ria, e d'ahi por deante o areal é muito mais largo e revolto. N'aquelle logar passa uma estrada de mac-adam, que, atravessando o areal, vae terminar na costa do Furadouro. A norte e sul da estrada, apparece uma extensão de terreno firme pela vegetação espontanea e por algumas sementeiras de pinheiros, que vão ligar-se ao pinhal pertencente ao municipio d'Ovar. A flora aqui é mais rica e compõe-se principalmente do *Polygonum maritimum*, L.— luzerna das areias, *Medicago maritima*, L.—*Escrophularia frutescens*, L.—madorneira, *Artemisia critmifolia*, D. C.—estormo, *Psamma arenaria*, R. e Sch.—*Euphorbia paralias*, L.—saudade das areias, *Armeria Welwitschii*, Boss.—alfazema das areias, *Helichrison serotinum*, L.—*Crucianella maritima*, L. e a *Linaria maritima*, Desf.[1]

Esta grande superficie, fresca, outr'ora de juncal, por si bem fixa e presa, está naturalmente offerecendo-se para base d'algumas sementeiras futuras. Mas, por uma inspecção geral d'aquelles terrenos, ajuiza-se logo que as baixas, a que por vezes nos temos referido, teem successivamente ido diminuindo, sobretudo proximo do Carregal, onde as quintas marginaes, que presentemente teem uma pequenissima área,

[1] Convém aqui dizer que além d'estas especies encontram-se tambem disseminadas por todo este litoral e com irregulares densidades as seguintes: *Cyperus schoenoides*, Gris.—*Silene littorea*, Brot.—*Hypochoeris glabra*, L.—*Tolpis barbata*, Wills.—*Eryngium maritimum*, L.—*Panicum repens*, L.—*Carex trinervis*, Desgl.—*Carex arenaria*, L.—*Phalaris minor*, Retz.—*Corynephorus canescens*, P. B.—*Linaria supina*, Desf.—*Spiranthes aestivalis*, Rich.—*Agropyrum junceum*, P. B.—*Illecebrum verticillatum*, L.—*Trifolium procumbens*, L.—*Cynodon dactylon*, P.—*Chlora imperfoliata*, L. fil.—*Juncus supinus*, Moench.—*Trifolium pratense*, L.—*Ormenis mixta*, D. C.—*Hydrocotyle vulgaris*, L.—*Brassica Tournefortii*, Gou.—*Herniaria maritima*, Lk.—*Gnaphalium luteo-album*, L.—*Silene nicaeensis*, All.—*Cistus salviaefolius*, L.—*Pedicularis sylvatica*, L.—*Senecio vulgaris*, L.—*Odontites tenuifolia*, G. Dou.—*Chenopodium album*, *L. commune*, M.—*Linaria spartea*, *Hoff. ramosissima*, B.—*Malcolmia parviflora*, D. C.—*Sporobolus Gaditanus*, Bss.—*Rumex crispus*, L.—*Chenopodium murale*, L.—*Anagallis arvensis*, *L. phoenicia*, Lam.—*Solanum humile*, Bernhd.—*Senecio aquaticus*, Huds.—*Lobularia maritima*, Desv.—*Polygonum aviculare*, L.—*Cotula coronopifolia*, L.—*Polypogon maritimum*, W.—*Erythraea chloodes*, Gr. Godr.—*Erigeron acris*, L.—*Plantago coronopus*, L.—*Houkenia peploides*, Erhr.—*Lycopus europaeus*, L.—*Epilobium parviflorum*, Schreb.—*Scirpus pungens*, Vah.—*Polygonum Persicaria*, *L. incanum*, Gr. Godr.—*Euphorbia Peplis*, L.—*Bidens tripartita*, L.—*Thymus caespititius*, Hoff.—*Suoeda maritima*, Dum.—*Daucus maritimus*, Lam.—*Trifolium fragiferum*, L.—*Ranunculus ophioglossifolius*, D. C.—*Radiola linoides*, Gmel. e a *Cakile maritima*, Scop.

n'outro tempo entravam muito mais para o interior do areal. Ao norte do Carregal este apparece em grande instabilidade, construindo-se elevados médões perfeitamente nús e seccos, correndo sobre o pinhal da camara d'Ovar, sepultando não só os mattos, como tambem bastantes arvoredos de edade. De ordinario atacam a matta tombando sobre ella quasi perpendicularmente, e a duna invasora attinge em alguns pontos uns 10 a 12 metros. Mais para o norte apparecem algumas valleiras, porém, com pouca vegetação; nem o proprio junco, mais peculiar a esta qualidade de terrenos, ali se ostenta. Pelo areal encontram-se bastantes tractos de uma especie de *surraipa*, a que ali chamam *zorra*, e as areias, com quanto não tenham um correr tão impetuoso como ao sul do Carregal, são todavia razoavelmente movediças, mais elevadas, e a unica planta que ali vegeta é o *estormo*, a que aquelles povos dão o nome de *gavieira*. Só d'antes, quando a camara municipal da Feira impunha essa obrigação, é que os povos d'aquellas circumvizinhanças construiam sebes ou palissadas d'abrigo, o que a razão e a experiencia indicam como indispensaveis para o bom resultado de todos os trabalhos agricolas nos areaes. Tanto o antigo caminho d'Ovar ao Porto, como o que ia para os palheiros de Maceda, marcados na carta chorographica, hoje desappareceram em quasi toda a sua extensão, o que foi devido ás alterações que ali se operaram.

No meio da costa destaca-se isolado um pequeno massiço de pinheiros, pertença da junta de parochia de Cortegaça; e, apezar de se vêr desabrigado totalmente, pouco tem sido conquistado pelas areias, as quaes aqui se movem pouco, devido ao *estormo* que as tem segurado.

É chegada a occasião em que se depara com um aspecto inteiramente diverso, e a lagoa de Esmoriz pode considerar-se como o termo das areias moveis de todo este littoral até á foz do Douro.

É bem distincta a zona que se segue de Esmoriz para o norte. Toda a costa se descobre sem accidentações, e, posto que o solo seja arenoso, é fresco e bem revestido de plantas variadas, predominando comtudo n'ellas o *estormo*, *luzerna das areias*, *gramão* e *madorneira*.

A alvura geral das areias anteriores é substituida pela côr verde-escura de uma densa vegetação natural, que desde então começa a revestir o terreno, definindo aqui visivelmente o termo da zona movediça d'esta parte do nosso littoral.

(Da *Revista Florestal*).

V

ESTUDO SOBRE O CARBONICO DO ALEMTEJO

POR

WENCESLAU DE LIMA

A uns vinte kilometros a E.N.E. d'Alcacer do Sal entre Freixial e Valle de Figueira de Cima afloram alguns estratos do systema carbonico, com pequena possança e extensão, dando uma mancha, que figura no esboço da carta geologica de 1876, e ácerca da qual Bernardino Antonio Gomes nos seus *Vegetaes fosseis*, segundo indicações de Carlos Ribeiro, escrevia: «Na margem da ribeira que vem das Alcaçovas entrar na ribeira de Santa Catharina de Sitimos, um dos principaes tributarios do Sado, e no sitio do Moinho d'Ordem proximo do monte de Valle de Figueira de Baixo, no concelho de Alcacer do Sal, depara-se com um pequeno retalho da formação carbonifera. Este retalho é cortado pelo valle da indicada ribeira, na direcção E-O. e as suas camadas inclinam 20° a 50° para S.S.O. Servem-lhe de fundamento os schistos crystallinos subjacentes, e é coberto pelos depositos terciarios na margem esquerda da ribeira, onde elle se mostra. A grandeza superficial d'este retalho não excede um kilometro quadrado. Os seus caracteres petrographicos em nada differem dos que se observam em rochas de egual formação que se encontram na Serra do Bussaco. São as mesmas argillas micaceas, e os mesmos grés micaceos e os conglomerados de côr acinzentada, mostrando nos estratos das rochas menos grosseiras, numerosos restos de vegetaes fosseis.»

Estes vegetaes determinados por Bernardino Antonio Gomes formam a seguinte lista:

1 Calamites Suckowi, Brong.
2 Nevropteris acutifolia, Brong.
3 » auriculata, Brong.
4 Cyatheites Schlotheimi, Göp.
5 » arborescens, Göp.
6 Carpolithus, Stern.
7 Cordaites borassifolius, Stern. sp.

Visitamos ultimamente a mancha de carbonico a que nos referimos, e pudemos determinar com mais rigor os seus limites, a sua flora, e conseguintemente a sua posição estratigraphica.

Este terreno, conhecido pela designação de «Carbonifero do Moinho de Ordem», fica muito longe do monte e do moinho d'este nome. O moinho mais proximo, e que se suppoz assentar sobre o terreno carbonifero, é o de Casa Branca, pertencente ao monte de Casa Branca. Na folha 28 da carta chorographica vem effectivamente com a designação de Ordem o moinho-pyramide, que em todas aquellas redondezas, actualmente e de tradição, é conhecido pelo nome de moinho de Casa Branca. O afloramento affecta fórma um pouco differente da que foi marcada por Carlos Ribeiro. É menos largo e mais comprido, conforme o apresentamos no esboço adjunto a esta noticia. O limite occidental coincide proximamente com aquelle que havia sido anteriormente determinado. O limite oriental differe um tanto, por isso que, provavelmente n'um rapido reconhecimento, foi tomado por conglomerado do carbonico, uma rocha felsitica, que no primeiro aspecto muito se lhe assemelha, no terreno, e que fórma o morro sobre que assenta o moinho de Casa Branca (Ordem). É esta rocha um aglomerado ou brecha felsitica, evidentemente pertencente á visinha formação das porphyrites.

Para N.W., e sobretudo para S.E., pudemos seguir até mais longe do que primitivamente os afloramentos das camadas carbonicas.

O limite occidental do Carbonico é dado por uma linha que, partindo de um ponto situado a uns 500^m a S. 67° W. do Monte de Valle de Figueira de Cima, corra para N.W. atravessando a ribeira Grande a uns 250^m a montante do Moinho do Diege, entre a ribeira do Macho e a das Ferrarias, para seguir com a mesma direcção até se perder nas areias terciarias a 1000^m S. 55° E. do Monte do Freixial. O limite oriental do Carbonico, muito mais visivel, é dado por uma linha mais accentuadamente curva, de convexidade voltada para o nascente, e com o seu maior bôjo fronteiro ao moinho de Casa Branca. Parte essa linha

de um ponto situado a uns 200^m a sul do Valle de Figueira de Cima, e segue com direcção quasi parallela á precedente, até attingir a margem esquerda da ribeira Grande, n'um ponto situado a 50 passos a juzante da foz da ribeira do Valle de Figueira de Cima.

É de facil observação esse ponto da linha limite. Na margem esquerda da ribeira de Valle de Figueira de Cima, e junto da sua foz, levanta-se um cabeço de porphyrite; passado elle, e na pequena linha d'agua que se encontra entre a ribeira de Valle de Figueira de Cima e a ribeira de Miragaya, passa o limite do Carbonico (fig. 2). A linha limite, seguindo d'este ponto, atravessa a ribeira Grande, corre pela meia encosta do morro em que assenta o moinho de Casa Branca, e vae perder-se no Terciario a uns 1300^m a S. 58° E. do monte do Freixial.

Esta faixa carbonica aflora pois em uma extensão de 2500^m com uma largura que varia entre o maximo de 750^m e o minimo de 450^m. Os seus tôpos somem-se tanto para o lado de sudeste como de noroeste sob os depositos terciarios, sendo muito provavel o prolongamento nos dois sentidos. Dentro da area por nós observada ahi mesmo por vezes se torna difficil, senão impossivel, a observação directa dos limites, estando a formação carbonica coberta pela terra vegetal. Como, porém, a vegetação é enfezada e pouco abundante, a côr do solo avermelhado, formado á custa do sub-solo carbonico, destaca-se nitidamente, quando observada de ponto elevado, entre o terreno claro, devido á transformação em terra vegetal do sub-solo terciario, e a terra pardacenta, producto do sub-solo schistoso. As rochas que entram na composição d'esta faixa carbonica são os conglomerados, não muito grosseiros, grés avermelhados e cinzentos, schistos muito micaceos, schistos duros côr de azeitona, com alguns fosseis, e schistos molles amarellados, quasi argillas schistosas, muito fossiliferas, que afloram na margem esquerda da ribeira Grande. Vêem-se tambem, em menor escala, margas avermelhadas.

As camadas correm com a direcção geral N. 15°, 35°, 45° W., pendendo todas para o quadrante de S.W.: são muito fossiliferas as indicadas nos córtes n.^{os} 1 e 2, e principalmente as do grupo superior do córte schematico.

Os fosseis que reconhecemos vão indicados no quadro seguinte, onde tambem se nota a distribuição d'essas especies nas outras bacias permo-carbonicas portuguezas, e nas bacias de Radstock e Zwickau, e no Estaphanense e Westphalense francezes.

Numeros	Nomes das especies	Bussaco	S. Pedro da Cóva	Alemtejo	Radstock	Zwickau	Estephanense	Westphalense
1	Sphenopteris obtusiloba, Brong.			*				s
2	» macilenta?. L. H.			*	*	*		s
3	» neuropteroides, Boulay sp.			*	*	*		*
4	» cristata, Brong.	*	*	*	*	*		
5	Pecopteris cyathea (arborescens), Schloth. sp.	*	*	*	*	s	*	*
6	» hemitelioides, Brong.	*	*	*			*	
7	» dentata (pennaeformis), Brong.	*	*	*	*		*	*
8	» oreopteridia, Schloth. sp.	*	*	*	*		*	
9	» Candollei, Brong. sp.	*	*	*	*	s	*	
10	» lepidorachis, Brong.		*	*		s	*	
11	» Pluckneti, Brong.			*		s	*	
12	» crenulata, Brong.			*	*			s
13	» n. sp.			*				
14	» n. sp.			*				
15	Alethopteris Davreuxi, Brong. sp.			*	*			*
16	Nevropteris Clarksoni, Lesq.			*	?			
17	» macrophylla, Brong.			*	*			
18	» acuminata, Brong.			*				
19	Dictyopteris Münsteri, Eichw. sp.			*	*			s
20	Calamites Suckowi, Brong.	*	*	*	*	*	*	*
21	» Cisti, Brong.	*	*	*	*	*	*	*
22	Asterophyllites equisetiformis, L. H.	*	*	*	*	*	*	*
23	Annularia stellata, Schloth. sp.	*	*	*	*		*	*
24	» sphenophylloides, Zenker sp.	*	*	*	*		*	s
25	Sphenophyllum emarginatum, Brong.			*	*	*		s
26	Lepidodendron dichotomum, Stern.			*				s
27	Lepidophyllum lanceolatum, Brong.			*				s
28	Sigillaria sp?			*	*	*	*	*
29	Cordaites borassifolius, Stern. sp.	*	*	*			*	*
30	Fructus: Carpolithes, Schloth.	*	*	*	*	*	*	*

S — camadas superiores.

SYNOPSE ANALYTICA DAS ESPECIES

1. Sphenopteris obtusiloba, Brongniart.

É especie frequente; bem caracterisada, e muito semelhante á figurada e descripta por Lindley e Hutton na *Fossil Flora*, sob o nome de *Sphenopteris latifolia*, L. H. (non Brongniart), a qual mais tarde foi identificada por Kidston nas *Notes on the Paleozoic species mentioned in Lindley and Hutton's Fossil Flora* com o *Sphenopteris obtusiloba*, Brong.

Não existe em nenhuma das outras bacias permo-carbonicas portuguezas, nem tão pouco em Radstock. Pertence segundo Kidston, *Catalogue of Paleozoic plants*, ao horizonte do Coal-measures inglez. É especie commum na zona superior de Valenciennes; apparece mais ou menos na zona média, e é rara na inferior. Encontra-se tambem na Bohemia (Radnitz).

2.? Sphenopteris macilenta, Lindley e Hutton.

Um exemplar unico do typo do *Sphenopteris macilenta* L. H., muito fragmentado. A grandeza dos lóbos, delicadeza do limbo e disposição da nervação approximam-no d'esta especie. O porte geral e modo de bifurcação parecem de um *Diplotmema*. É sabido que Stur inclue *Sphenopteris macilenta* no genero *Diplotmema*. Essa opinião não é acceita por Kidston. Se o nosso exemplar permittisse com mais segurança a identificação com *Sphenopteris macilenta* seria favoravel á opinião de Stur. Pequeno, como é, deixa-nos em duvida, não só quanto á sua determinação especifica, mas ainda generica. Limitamo-nos por isso a assignalar tão sómente as suas affinidades. Este vegetal a que nos referimos, de entre as bacias carbonicas portuguezas, só existe no Alemtejo. *Sphenopteris macilenta* é especie muito affim de *Sphenopteris latifolia*, L. H. commum no Alemtejo (closely related to *Sphenopteris latifolia*.—Lindley and Hutton, *Fossil Flora). Sphenopteris macilenta* é muito raro em Radstock, e existe em Zwickau.

3. Sphenopteris neuropteroides, Boulay sp.

Dois exemplares apenas, representando pennas secundarias d'esta especie. Não é dos melhores o estado de conservação; permitte em todo o caso a identificação especifica. Associado na

mesma placa com *Sphenopteris cristata*, Brong., e *Sphenophyllum emarginatum*, Brong. Não existe nas outras bacias carboniferas portuguezas. Raro em Radstock. Commum na zona superior de Valenciennes, e raro na zona média.

4. **Sphenopteris cristata**, Brongniart.

Poucos exemplares, mas bastante caracteristicos,

Encontra-se em S. Pedro da Cova e no Bussaco.

Raro em Radstock, existe em Zwickau, e é frequente em Commentry, parte superior da zona estephanense.

5. **Pecopteris cyathea**, Schlotheim sp.

Alguns exemplares em bom estado de conservação e concordando com o typo figurado por Zeiller na *Flora de Commentry*. As pinnulas são bastante unidas, abaúladas, e de nervação simples.

Commum nos outros jazigos permo-carbonicos portuguezes, bem como em Commentry, em França. Kidston cita como frequente na serie de Radstock o *Pecopteris arborescens*, que alguns paleophytologistas reunem com *Pecopteris cyathea*, Brong. Este existe tambem na parte superior da serie de Zwickau.

6. **Pecopteris hemitelioides**, Brongniart.

Algumas pennas de ultima ordem e não muito desenvolvidas. Pelos exemplares que temos á vista poderia haver hesitação entre a especie a que os attribuimos e o *Pecopteris cyathea*. D'este se afasta pelo maior comprimento das pinnulas em relação á largura e disposição caracteristica das nervuras secundarias, sempre simples.

Esta especie é commum em S Pedro da Cova e no Bussaco.

Não existe nem em Radstock, nem em Valenciennes. É frequente em Commentry.

7. **Pecopteris dentata**, Brongniart.

Raro. Exemplares pequenos e regularmente caracterisados. Tam proxima do *Pec. pennaeformis* e *Pec. Bioti* que alguns paleophytologistas os consideram como synonymos.

No Bussaco e em S. Pedro da Cova *Pec. dentata*, (*Pec. Bioti*). *Pec. pennaeformis* existe em Radstock. *Pec. dentata* em Valenciennes. *Pec. Bioti* em Commentry.

8. **Pecopteris oreopteridia**, Schlotheim sp.

Muito semelhante ao figurado por Kidston na *Fossil flora of the Radstock series*. Pouco frequente. Existe tambem em S. Pedro da Cova e no Bussaco, bem como em Radstock, e em Commentry.

9. **Pecopteris Candollei**, Brongniart sp.

Representado por dois exemplares bastante caracteristicos.

Existe tambem em S. Pedro da Cova e no Bussaco. Em Radstock; nas camadas superiores de Zwickau; e em Radnitz. Em Commentry.

10. **Pecopteris lepidorachis**, Brongniart.

Fronde incompleta, deixando em todo o caso perceber a composição. Rachis fortes, e bem pontuados. Terminação das pennas de ultima ordem e porte geral caracteristicos. Nervação apagada em quasi todos os exemplares. N'um ou n'outro podem observar-se, com difficuldade, as nervuras simplesmente bifurcadas, e desde a base, como é caracteristico n'esta especie.

Muito frequente em S. Pedro da Cova. Em Commentry. Não citado em Radstock.

11. **Pecopteris Pluckneti**, Brongniart.

Assaz frequente. As fórmas mais communs são semelhantes ás figuradas por Weiss no seu atlas da flora da formação carbonifera. Alguns exemplares de *Sph. cristata* podem ser attribuidos a esta especie, como tem acontecido; e o que é sobretudo possivel quando as pinnulas do *Sph. cristata* estão enroladas nos bordos, e a nervação se encontra apagada. A nervação do *Pec. Pluckneti* é mais forte, sobretudo na emergencia dos rachis; depois attenua-se. A espessura das nervuras é menor e mais egual em todo o percurso do limbo foliar no *Sph. cristata*. O *Pec. Pluckneti* existe em S. Pedro da Cova. Falta em Radstock; apparece em Commentry, e na zona superior de Zwickau.

12. **Pecopteris crenulata**, Brongniart.

Dois exemplares bem caracterisados. Pode confundir-se esta especie, quando representada por pennas pouco desenvolvidas e de pinnulas espaçadas, com o *Pec. dentata*. A nervação e modo especial de lobamento servem para a separação.

Até hoje não o encontrámos em Portugal senão no Alemtejo.

Foi encontrado um exemplar em Camerton nas camadas pertencentes á serie de Radstock. Existe tambem na região superior de Valenciennes, em França, onde é uma das especies mais caracteristicas.

13. Pecopteris, n. sp.

Porte geral da planta desconhecido. Fronde tambem desconhecida. Recolhida uma penna de ordem secundaria. N'estas condições difficil se torna fazer a descripção d'este novo typo vegetal da epocha carbonica. Apenas affirmamos que aquillo que d'ella se conhece não concorda com a descripção e figura de nenhuma das especies d'essa epocha actualmente conhecidas. Reservamos o figurar a nova especie para occasião em que mais abundantes colheitas nos dêem maior copia de exemplares e melhor conhecimento das particularidades d'esta fórma vegetal.

A penna que possuimos é linear lanceolada, tendo todas as pinnulas conniventes. No todo faz lembrar á primeira vista o *Sph. unita*, Schimp. in Lesquereux, *Flora of Pennsylvania*, pl. LIV, fig. 1, do qual a separam caracteres bem nitidos, sendo certo que nem ao genero pertence, em nosso entender. Pinnulas decrescendo rapidamente da base da penna para o vertice, lineares, de limbo delicado. Bordos levemente dentados. Nervura principal emergindo incurvada e sob angulos de 45°. Nervuras secundarias simples, levemente incurvadas e indo dar a cada um dos dentes da pinnula.

Pouco frequente no Alemtejo, unica bacia carbonifera, onde foram recolhidos os pouquissimos exemplares que possuimos.

Pecopteris, n. sp.

Porte geral da planta desconhecido.

Fronde provavelmante tripinnada. Pennas de ultima ordem lineares alternas, emergindo sob angulos de 39°, mal se tocando pelos bordos, com 3,5 centimetros de comprimento por 6 millimetros de largura.

Pinnulas de limbo muito delicado, todas unidas entre si pela forte decorrencia da sua parte inferior. Fórma proximamente triangular, incurvadas para o vertice da penna. Bordos ás vezes denteados, com dentes agudos. Comprimento habitual 4 millimetros por 2 millimetros de largura. O limbo da pinnula inferior de cada penna de ultima ordem decorre ao longo do rachis for-

mando até á emergencia da penna immediatamente inferior uma leve expansão membranosa.

Nervura média prolongando-se quasi até á extremidade da pinnula e emergindo, incurvada, sob angulos de 30°. Decorrente. Nervuras secundarias pouco numerosas, 2 a 3 por lado em cada pinnula, bifurcadas, algumas vezes simples. Tanto as nervuras principaes como as secundarias finas, mas bem distinctas. Do ponto de emergencia de cada rachis de ultima ordem parte uma nervura simples que vae dar ao angulo formado pela expansão membranosa, que corre ao longo dos rachis de penultima ordem, com a ultima pinnula superior de cada penna de ultima ordem.

Fructificação desconhecida.

Esta especie approxima-se do typo *Pecopteris dentata*. Os exemplares que possuimos lembram no porte os da fig. 3 da pl. XXVII da *Flore de Valenciennes* de Zeiller. Com quanto o *Pec. dentata* seja especie extremamente polymorpha é certo que nenhuma fórma vimos que pudesse identificar-se com a dos nossos exemplares. A constituição das pennas que estes representam, a delicadesa do limbo, as expansões membranosas dos rachis, decorrencia dos limbos das pinnulas, denteado de seus bordos, de dentes agudos e não lobados, constituem caracteres distinctivos para com a especie citada, e para com todas as demais do genero.

Lembra tambem muitissimo no aspecto geral o *Rhacophyllum Goldenbergi*, que apparece em Rastock, mas com o qual o comparamos, graças á amabilidade do sr. Kidston, que nos enviou um exemplar d'esta especie; sendo certo que, pelos caracteres que ficam apontados, impossivel se torna a identificação com esta fórma vegetal.

14. Alethopteris Davreuxi, Brongniart sp.

Nenhum dos exemplares observados, com quanto bastante numerosos e bem conservados, corresponde inteiramente ás fórmas descriptas e figuradas nos livros classicos, e principalmente ás que fazem parte da bella *Flora de Valenciennes*.

Hesitando entre o *A. lonchitica* e a especie a que finalmente attribuimos os nossos exemplares, enviámos alguns desenhos, cuidadosamente feitos, ao sr. Zeiller, para elle ver se entre os numerosos exemplares das ricas collecções da Escola de Minas de Paris alguns havia com os quaes os nossos pudessem ser identificados.

O sr. Zeiller teve a amabilidade de me prestar o serviço pedido, respondendo-me «que tinha differentes exemplares de *Al. Davreuxi* de nervuras mais ascendentes do que as que elle tinha figurado, e mais conformes sob este ponto de vista com o typo de Brongniart: que tinha encontrado além d'isso entre os exemplares, pouco communs, da zona superior do Pas de Calais, fórmas muito conformes com os meus desenhos».

Em vista d'isto não mais hesitei em attribuir ao *Al. Davreuxi* os exemplares do Alemtejo. Effectivamente o *Al. lonchitica* tem as pinnulas mais contrahidas na base, as nervuras menos fortes e mais apertadas, e a pinnula terminal mais comprida. Faremos em todo caso notar que os nossos exemplares, não apresentam as pinnulas curtas e largas, como é de costume encontrar n'esta especie. As pennas II, III, e ainda a parte superior da penna IV da fig. 1 da pl. XXIV da *Flora de Radstock* de Kidston são as que mais perfeita idéa dão dos nossos exemplares. Em nenhum d'estes se encontram as nervuras fasciculadas a que se refere Kidston.

Esta especie só se encontra em Portugal na bacia alemtejana. É rara em Radstock. Encontra-se em Valenciennes nas zonas inferior, média e superior, sendo frequente na inferior e diminuindo progressivamente até á superior, onde é rara.

São tres as especies de *Nevropteris* que recolhemos no Carbonico alemtejano. A primeira immediatamente a identificámos com

14. Nevropteris Clarksoni, Lesquereux.

Em face da descripção e excellente estampa dada por Lesquereux na sua *Flora da Pennsylvania* nenhuma duvida é possivel. Devia esta planta ser de foliolos extremamente caducos, pois só os encontramos ligados ao rachis n'um exemplar que representa a extremidade de uma penna. As pinnulas são simples, de fórma variavel, desde a triangular, mais ou menos reniforme, até á lanceolada. Auriculadas, ou com tendencia para esta fórma, sobretudo do lado inferior. Foliolos rentes. Foliolo terminal ondulado. Foliolos contiguos ao terminal ligados com este, grandes, fortemente auriculados no lado inferior e com grande parte do bordo concavo. Nervura mediana forte. Nervuras secundarias não muito

fortes, geralmente bastante e mais accentuadamente curvadas na extremidade, com duas ou tres dichotomias.

É frequente esta especie, principalmente nas camadas argillosas superiores da margem esquerda da Ribeira Grande. Em Portugal é peculiar da bacia alemtejana.

É possivel que exista em Radstock, onde Kidston a associaria com o *Nevropteris macrophylla*. Na America do Norte, onde foi pela primeira vez encontrada, apparece no Carbonico (*true carboniferous*) desde o horizonte de Pittston até ás camadas de Camerton e Clinton, mais recentes do que as precedentes.

16. Nevropteris macrophylla, Brongniart.

Especie notavelmente polymorpha e muito proxima da anterior. Os exemplares que possuimos agrupam-se em torno de dois typos: um de grandes foliolos, com nervuras numerosas, 44 por centimetro de bordo, e outro de foliolos pequenos e nervuras menos numerosas, 22 por centimetro de bordo. Entre um e outro typo encontram-se os diversos termos de transição.

Todos os exemplares que possuimos representam uma filicinea de foliolos bastante persistentes, pois todos se acham ligados ao rachis por um pediculo mais ou menos distincto, raras vezes rentes. Na especie anterior os foliolos são muito caducos e rentes ou quasi rentes. A sua fórma é habitualmente linear, terminando rapidamente em ponta. A fórma e grandeza dos foliolos maiores e o seu brusco modo de terminação em ponta fariam-nos pensar no *N. Scheuzeri*. A falta de pêllos no limbo de todas as folhas, e ausencia dos foliolos cyclopteroides da base, punham de parte esta approximação. Os exemplares de pequenas pinnulas pediculadas, e de nervuras pouco numerosas e distinctas, lembram o *N. tenuifolia*. A harmonia de caracteres não era porém completa. Os termos de transição entre os dois typos de foliolos já descriptos faziam com que uns e outros devessem pertencer a uma mesma especie, que não poderia ser nenhuma d'aquellas em que haviamos pensado, em virtude das razões summariamente expostas.

Não podendo consultar nenhuma collecção paleophytologica, recorremos tambem á bondade do sr. Zeiller, rogando-lhe que comparasse os exemplares que lhe enviámos com os variados typos existentes na Escola de Minas. Prestou-nos o notavel paleophylogista mais esse obsequio, que muito lhe agradecemos, respondendo-nos que «depois de demorada e penosa comparação tinha

podido finalmente assimilar os nossos exemplares, sem sombra de duvida, com uns que de Inglaterra lhe tinha enviado o sr. Kidston e pertencentes ao *N. macrophylla* de Brongniart».

Por nosso lado pudemos depois convencer-nos da exactidão d'esta assimilação em face das bellas figuras que da especie nos dá o sr. Kidston na sua memoria sobre a flora de Radstock e nitida descripção da especie. Com o que não podemos concordar é com a identificação feita por Kidston do *N. Clarksoni* com esta especie.

Quando estudámos os *Nevropteris* do Alemtejo, conforme já fica dito, immediatamente separámos os bem caracterisados *N. Clarksoni*, pertencentes a este terreno. Apesar do grande polymorphismo do *N. macrophylla*, não encontrámos pennas que estabeleçam a transição d'esta especie para o *N. Clarksoni*. Pelo contrario vimos sempre caracteres differenciaes, os mais importantes dos quaes ficam expostos.

Por isso, apesar do muito respeito que nos merecem as opiniões e trabalhos do notavel paleophytologista inglez o sr. Kidston, em face dos numerosos exemplares portuguezes, que pudemos observar, somos forçados a manter como especie distincta o *N. Clarksoni*. Convém notar que, comquanto se encontrem nas mesmas camadas, *N. Clarksoni* é mais abundante nas argillas superiores da principal zona fossilifera da margem esquerda da Ribeira Grande, e *N. macrophylla* abunda mais em camadas mais inferiores.

Em Portugal só existe no Alemtejo. Em Radstock, e no Somerset em Inglaterra.

17. **Nevropteris acuminata**, Brongniart.

Poucos exemplares, de nervação apertada e fina. Comquanto o polymorphismo da especie precedente, á qual esta anda associada, nos fizesse hesitar a principio na sua classificação, deverão em todo o caso pertencer a esta especie. A isso conduz a fórma e modo especial de nervação. A dichotomia enche regularmente o limbo foliar de nervuras finas e apertadas, como é caracteristico n'esta especie, não se accumulando tanto para os bordos como na especie precedente.

Não citada em Radstock. Do Coal-measures inglez.

18. Dictyopteris Münsteri, Eichwald sp.

Possuimos um só exemplar, representando um foliolo d'esta especie, bem distincta.

É perfeito o estado de conservação, mostrando não só a fórma da folha, mas ainda a sua nervação, constituida por uma nervura mediana ondulada forte na base e quasi indistincta a $^2/_3$ do vertice da folha, emittindo de um e de outro lado nervuras secundarias polydichotomicas tambem onduladas, que ora se approximam entre si até quasi á anastomose, ora se anastomosam de facto, formando uma rede muito irregular, cujas malhas junto da nervura média são relativamente mais alongadas do que junto dos bordos foliares.

D'entre as bacias carboniferas portuguezas só existe na do Alemtejo. Na serio de Radstock. Em França na zona superior da bacia de Valenciennes, onde, comquanto não commum, não é em todo o caso rara.

20. Calamites Suckowi, Brongniart.

Muito bem caracterisado e extremamente abundante nas argillas fossiliferas da principal zona das camadas com fosseis da margem esquerda da ribeira Grande. Entre os diversos andares do Permo-carbonico portuguez é n'esta bacia que esta especie apparece mais frequentemente, e fornecendo exemplares mais perfeitos.

Em S. Pedro da Cova e no Bussaco.

Em Radstock e em Zwickau.

É planta commum desde o hulheiro médio até ao Permiano.

21. Calamites Cisti, Brongniart.

Pouco abundante.

Em S. Pedro da Cova e no Bussaco.

Em Radstock e em Zwickau.

É planta que tambem atravessa as differentes camadas desde o Westphalense ao Permiano.

22. Asterophyllites equisetiformis, Schlotheim sp.

É especie assaz frequente, sendo os exemplares obtidos bem caracteristicos.

Em S. Pedro da Cova e no Bussaco.

Em Radstock.

Especie commum no hulheiro médio e superior e ainda no Permiano inferior (Bussaco). Abundante sobretudo no hulheiro superior.

23. **Annularia stellata**, Schlotheim sp.

Os exemplares alemtejanos concordam plenamente com a fórma typo da especie.

Em S. Pedro da Cova e no Bussaco.

Em Radstock.

É uma das plantas mais frequentes do hulheiro superior. Apparece tambem, comquanto excepcionalmente, na parte superior do hulheiro médio, e ainda na parte inferior do Permiano.

24. **Annularia sphenophylloides**, Zenker sp.

Egualmente bem caracterisada, como a especie precedente.

Em S. Pedro da Cova e no Bussaco.

Em Radstock.

É muito commum no hulheiro superior; costuma ser apresentado como planta caracteristica d'esta phase. Comtudo já apparece nas camadas superiores do hulheiro médio, e a sua vida prolonga-se até á base do Permiano.

25. **Sphenophyllum emarginatum**, Brongniart.

Frequente e bem caracterisado.

Em Portugal só na bacia alemtejana.

Em Radstock e em Zwickau.

É caracteristico da zona superior de Valenciennes (parte superior do hulheiro médio), comquanto pareça ter já a sua aurora nas camadas mais inferiores do hulheiro médio.

26. **Lepidodendron dichotomum**, Sternberg.

É das especies mais communs nas argillas da principal zona fossilifera da margem esquerda da ribeira Grande. Não encontrámos nenhum tronco nem ramos bem desenvolvidos. Todos os exemplares que possuimos representam ramos pequenos, mas nitidamente caracterisados. Nenhum d'elles tem folhas adherentes. Estas são, porém, frequentes, n'estas mesmas camadas, e ainda n'outras em que não encontrámos ramos. De envolta com ramos e folhas encontram-se bractêas dos cónes de fructificação muito communs, mas tambem destacados, e que provavel é pertençam

a esta unica especie de *Lepidodendron* da região alemtejana, visto serem encontrados nas mesmas camadas.

Em Portugal só recolhido na bacia alemtejana.

Esta especie, que teve o seu apogeu no hulheiro médio, parece encontrar-se ainda em França na base do hulheiro superior (bacias do Loire e de Alais).

O aspecto geral dos ramos é bastante parecido com os da *Stigmaria anglica*, Sternberg sp. representada na fig. 10 da pl. XXVIII da *Flora de Radstock;* por esse motivo pedimos ao sr. Kidston a fineza de nos communicar alguns exemplares d'esta especie, para comparação. Accedeu aos nossos rogos o illustre paleophytologista, o que muito lhe agradecemos, e pudemos verificar que os nossos exemplares pertenciam effectivamente ao genero *Lepidodendron* (triplice pontuação da escara foliar), ao passo que os exemplares inglezes, sem a menor duvida, pertenciam ao genero *Stigmaria* (simples pontuação da escara).

Esta especie apenas se encontra em Portugal na bacia de que nos occupamos agora.

Em Radstock, sendo em todo o caso os *Lepidodendrons* ahi representados por quatro especies.

Em Zwickau (Geinitz, Saxe).

É especie frequente do hulheiro médio; mas ainda se encontra na base do hulheiro superior.

27. Lepidophyllum lanceolatum, Brongniart.

Frequente n'esta bacia, encontrando-se sempre separado dos cones. Concorda com a especie d'este nome. Muito provavelmente bractêas da planta a que nos referimos no numero precedente.

Ácerca d'esta especie, conjuncta da precedente, nada ha a dizer relativamente ao seu valor estratigraphico.

28. Sigillaria sp.?

Nos grés micaceos das camadas inferiores da margem esquerda da Ribeira Grande, pobrissimos em fosseis.

Provém da região alemtejana o unico exemplar portuguez de *Sigillaria* até hoje observado.

Este genero é representado em Radstock por nove especies. O genero *Sigillaria* é dividido geralmente em tres secções: I. Rhytidolepis, II. Clathraria, III. Leioderma. A especie portugueza pertence á primeira secção caracterisada pelas jugas longitudinaes.

A esta secção pertencem principalmente as sigillarias de Zwickau (Geinitz, in Zeiller). As sigillarias foram particularmente communs no hulheiro médio, mas eram ainda frequentes no superior, comquanto representadas por uma menor variedade de especies.

No Permiano da America do Norte foram ainda encontradas sigillarias, e bem assim na zona de passagem do hulheiro superior para o Permiano na bacia de Brive (Zeiller).

29. Cordaites borassifolius, Sternberg sp.

Não são frequentes na bacia alemtejana, como em S. Pedro da Cova ou no Bussaco, as folhas de cordaiteas. As que encontramos, em estado de determinação especifica, todas podem ser comprehendidas n'esta especie, que é commum nas citadas bacias permo-carbonicas portuguezas.

Não existe esta especie em Radstock, onde é abundante uma outra cordaitea muito sua affim, o *Cordaites angulosostriatus*. *Cordaites borassifolius* é commum no hulheiro superior; apparecendo já no hulheiro médio, principalmente nas camadas superiores d'esta divisão.

30. Carpolithes, Schlotheim.

São pouco communs os fructos da vegetação carbonifera na formação alemtejana. Os que recolhemos permittem a determinação generica, que deixamos consignada; e sem affirmarmos determinações especificas, que o seu estado de conservação não consentem, diremos que os mais communs, pela sua grandeza e fórma, muito se approximam do *C. ovoideus*.

Os *Carpolithes* encontram-se em S. Pedro e Bussaco. Em Radstock existe o *Carpolithes ovoideus*. Os *Carpolithes*, como é natural, apparecem durante as diversas phases da vegetação permo-carbonica.

Conclusões estratigraphicas

As especies, cuja synopse analytica acaba de ser feita, repartem-se como segue:

Filicineas: 19 especies......	4 sphenopterideas 10 pecopterideas 1 alethopteridea 3 nevropterideas 1 dictyopteridea
Equisetineas: 5 especics....	2 caules 3 ramos
Sphenophylineas: 1 especie..	1 especie
Lycopodineas: 2 especies...	1 lepidodendron (comprehendendo ramos, folhas e bractêas) 1 sigillaria
Gymnospermicas: 2 eepecies.	1 cordaitea 1 fructo

Vê-se portanto que dominam as filicineas na composição da flora (60 °/o proximamente) desempenhando as equisitineas, lycopodineas e gymnospermicas um papel muito secundario sob o ponto de vista do numero de especies que fornecem para a composição da flora.

D'entre as filicineas, predominam pelo numero de especies as pecopterideas, vindo em segundo logar as sphenopterideas.

São plantas communs, predominando pelo maior numero de exemplares *Sphenopteris obtusiloba*, *Nevropteris Clarksoni* e *N. macrophylla*, *Alethopteris Davreuxi*, *Lepidodendron dichotomum*.

As especies já citadas podem repartir-se em tres grupos:

I. Plantas da phase média do carbonifero (Westphalense).

II. Plantas da phase superior do carbonifero (Estephanense).

III. Plantas communs ás duas phases precedentes.

Ao terceiro grupo pertencem todas as equisetineas e gymnospermicas, que portanto poremos de parte como pouco caracteristicas. Faremos em todo o caso notar que a regular frequencia de *Annularias*, tanto *A. stellata* como *A. sphenophylloides*, e a fórma particular dos *Asterophyllites equisetiformis* poderiam dar estas plantas como tendentes a caracterisar a phase estephanense.

No segundo grupo entra um dos tres *Sphenopteris*, o *Sph. cristata*, e quasi todos os *Pecopteris*.

No primeiro grupo os tres restantes *Sphenopteris* (ainda que seja duvidosa a classificação especifica do *Sph. macilenta*, é quasi certo que essa fórma pertence pela *facies* á flora média), um *Pecopteris*, o *P. crenulata*, *Alethopteris Davreuxi*, *Dictyopteris Münsteri*.

Lepidodendron e *Sigillaria*, comquanto possam ser da phase estephanense, mais cabida teem no primeiro grupo, pela abundancia do *Lepidodendron*, e ausencia de *Sigillarias* nas camadas estephanenses do solo portuguez (S. Pedro da Cova).

Nevropteris Clarksoni e *N. macrophylla* são caracteristicos da zona intermedia de Radstock.

Ha portanto sobre um fundo neutro de plantas, uma mistura de especies do Westphalense e do Estephanense (grupo das sigillarias e grupo das filicineas de Geinitz, em Zwickau).

Na flora geral predominam as pecopterideas pelo numero de especies, o que é peculiar do Estephanense e do andar das filicineas de Geinitz; mas são mais abundantes os exemplares de certas plantas do Westphalense, o que prova que as condições mesologicas lhe eram ainda particularmente favoraveis. As especies do Westphalense são, porém, caracteristicas pelo apparecimento ou predominio da zona superior d'esta phase, de modo que a flora do carbonifero alemtejano, pela associação que apresenta, indica uma zona de passagem do Westphalense superior para o Estephanense. As suas camadas são portanto analogas e homotaxicas das de Zwickau e Radstock, visto que n'estas regiões existe a mesma mistura das duas floras.

Referindo-nos particularmente á serie de Radstock, ultimamente estudada pelo sr. Kidston, ahi encontramos associados aos *Pecopteris* do Estephanense o *Pec. crenulata*, *Al. Davreuxi*, *Dictyopteris Münsteri*, *Sphenopteris macilenta*, e além d'isso *Nevropteris macrophylla*, associação, como se vê, inteiramente analoga á que fica exposta como caracteristica da região alemtejana que estudamos.

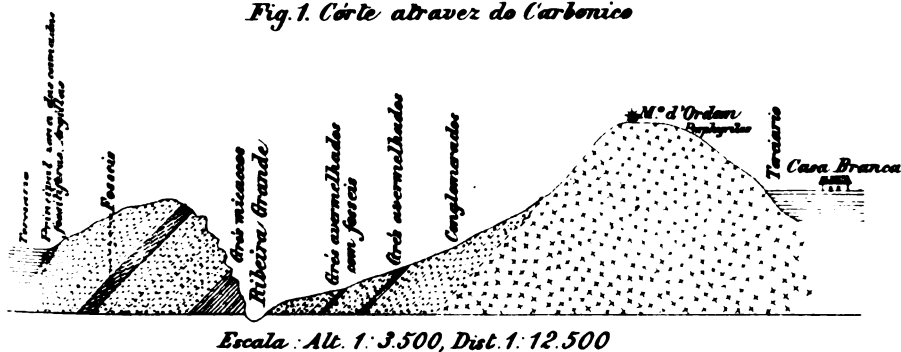
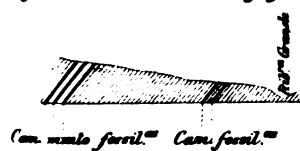
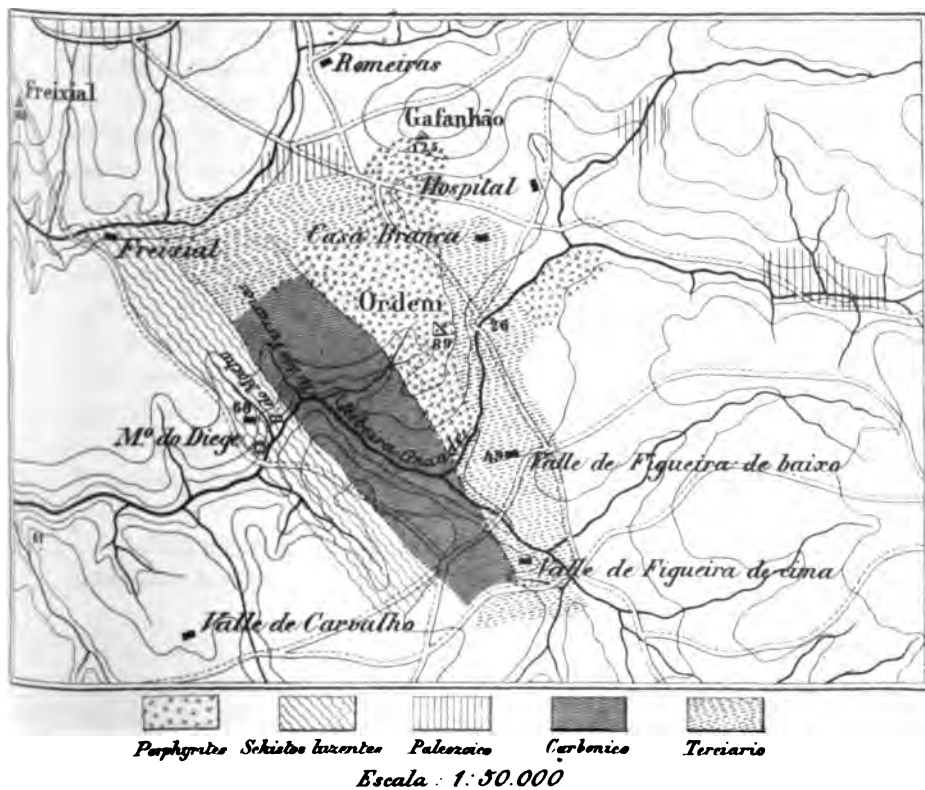
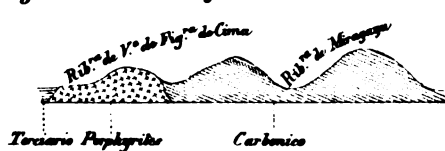
A abundancia a que já nos referimos, e em que insistimos, de certas plantas westphalenses, deixa perceber que ainda dominavam no Alemtejo as condições mesologicas da phase westphalense, modificadas em todo o caso já o bastante para permittirem o despontar a aurora das condições que foram caracteristicas do Estephanense, conforme é attestado pelo pullular na variedade especifica dos *Pecopteris*, apparecimento do *Sph. cristata*, frequencia de *Annularias*, etc.

Nas camadas alemtejanas não apparece ainda nenhuma *Odonto-*

É possivel que em os novos afloramentos se encontrem algumas camadas inferiores ás que afloram no moinho da Casa Branca.

A flora fossil do carbonifero alemtejano indica terrenos, cuja maior extensão foi reconhecida em virtude de previsões geologicas, homotaxicos das camadas productivas de hulha em Inglaterra e em Saxe. Não seria pois de todo o ponto descabido, n'um paiz pobre de hulha como o nosso, um estudo geologico minucioso d'aquella região, sob o ponto de vista industrial.

Porto, junho de 1895.

CARBONICO DO ALEMTEJO

Córtes schematicos

VI

NOTE

SUR

L'EXISTENCE D'ANCIENS GLACIERS

DANS LA

VALLÉE DU MONDÉGO

PAR

J. F. NERY DELGADO

(Avec deux planches)

Les études faites en 1883 dans la serra d'Estrella par feu mon estimable collègue Frederico A. de Vasconcellos, qui l'amenèrent à l'importante découverte de vestiges évidents de l'action glaciaire dans la région supérieure de ce massif,[1] auraient été naturellement suivies d'autres investigations analogues par ce géologue, si sa mort prématurée n'était venue interrompre la tâche qu'il avait entreprise avec tant de succès.

Précisément à cette même époque, en août 1883, je m'occupais de l'étude de la bande silurienne de Bussaco, en la suivant vers le sud et en étudiant les terrains des environs de Goes; je découvris alors près de ce village un grand bloc de quartzite arrondi, ayant la surface parfaitement lisse et en outre striée d'un côté, aspect évidemment dû à l'action glaciaire. Cette trouvaille était, si cela fût necessaire, la pleine confirmation des observations faites par M. Vasconcellos; je ne voulus pas cependant en donner avis, et ne poursuivis pas alors mes investigations sur ce sujet, car, ayant chargé mon collègue de l'étude des dépôts quaternaires, je voulais lui laisser entièrement le mérite de sa découverte, dont j'avais eu tout de suite connaissance. Malheureusement, ayant alors à ma charge d'autres tra-

[1] *Traces d'actions glaciaires dans la serra d'Estrella.* (*Communicações da Commissão dos trabalhos geologicos de Portugal*, t. I, fasc. 2, pag. 189).

vaux pressants dont il fallait m'acquitter, ce ne fut qui bien plus tard que je pus revenir à cette localité et étendre un peu plus mes recherches. Les observations que je fis à cette occasion me confirmèrent dans ma première idée, mais elles sont encore loin de compléter l'étude de phénomènes aussi complexes, du reste inconnus pour celui qui, lors de ses observations, n'avait pas encore visité aucune des régions classiques où les effets glaciaires se montrent dans toute leur splendeur. C'est le résumé de ces observations qui fait l'objet de la présente notice, où j'ai réuni plusieurs notes éparses dans mes cahiers de voyage, lesquelles pourront servir à une meilleure interprétation de la carte géologique du Portugal dans cette partie où les terrains néozoïques se trouvent indiqués d'une manière un peu confuse par le monogramme $P-Q$ (pliocène et quaternaire). Il m'a semblé qu'il y avait quelque intérêt à publier les résultats auxquels je suis arrivé, quoique je puisse être obligé de modifier plus tard ces données par suite de nouvelles recherches.

Ces observations n'embrassent qu'une contrée très limitée, par conséquent nous ne saurions avoir la prétention de ce que l'on en déduise des conclusions générales applicables à l'ensemble de nos terrains quaternaires; j'ai prétendu toutefois donner connaissance d'un fait géologique sans doute inattendu et dont l'explication, par cela même, doit présenter un certain intérêt et peut-être amener à la compréhension d'autres faits considérés comme anormaux, qui ont été observés sur d'autres points de notre territoire.

Le bloc dont je parle était engagé dans le talus de la route de Goes à Varzea-Grande, laquelle longe le ruisseau Ceira au pied du versant septentrional de l'un des derniers contreforts de la serra d'Açor, qui à son tour se relie au massif d'Estrella.

Pour une meilleure intelligence de la formation du dépôt qui renfermait ce bloc, il faut d'abord donner une légère description orographique et géologique de la localité.

La bande silurienne de Bussaco, constituée en grande partie de quartzites de la base du système, forme un vrai dos de montagne élevé sur le sol contigu, qui se prolonge, avec quelques inflexions, du N.-O. vers le S.-E., depuis la serra de Bussaco, dont la cote est 547

mètres, jusqu'au sommet de Penedo-de-Goes qui s'élève à 1043 mètres, où elle atteint son point culminant.

Cette bande, cependant, n'est pas continue, pas même régulière dans toute sa longueur. Montrant sa plus grande largeur, de 4 kilomètres, à Bussaco, elle se rétrécit graduellement vers le sud, n'ayant que 3 kilomètres à Penacova, où elle traverse le Mondégo, puis, en subissant un étranglement soudain à l'extrémité sud de la serra de Mucella, la bande va se terminer en pointe à l'endroit de Cabeceiro, formant la serra de São-Miguel-de-Poïares, constitué uniquement par l'assise de quartzites.

Ce premier tronçon de la bande mesure 23 kilomètres de longueur.

Après une interruption d'un peu plus de 2 kilomètres, où les roches siluriennes sont masquées par d'autres terrains plus modernes (comme du reste elles le sont sur une grande partie de leur étendue jusqu'à ce point), il se présente un très petit affleurement de ces roches à Ribeira-do-Conde, sur les bords du ruisseau Ceira, après quoi il y a un autre intervalle de 4 kilomètres qui correspond à la colline de Sacões, haute de 595 mètres, et sans doute formée par les quartzites siluriens, mais qui en cet endroit ne se montrent pas à la surface, étant cachés par un dépôt plus moderne.

Finalement, au pont de Sótam, sur la route de Louzã à Goes, à 3,5 kilomètres au S.-O. de cette ville, est le commencement du dernier tronçon de la bande silurienne, représenté par la serra de Penedo-de-Goes, véritable éperon de 6 kilomètres de longueur sur 700 mètres de largeur. Cet éperon s'appuie par son extrémité sud contre la chaîne schisteuse, prolongement de la serra d'Estrella; il augmente rapidement en hauteur, depuis 324 mètres, qu'il a sur le bord du Ceira, jusqu'à 537 mètres, altitude de la colline de Sótam qui domine ce ruisseau, et il atteint enfin 1043 mètres à la cime du Penedo, 4 kilomètres plus loin vers le sud.

Contenues dans les schistes cambriens, les couches qui constituent cette bande silurienne forment un pli synclinal, où sont représentés, à son extrémité sud, seulement les couches siluriennes plus anciennes, c'est-à-dire, les quartzites à Bilobites de la base du système, et les schistes à *Didymograptus Murchisoni* immédiatement supérieurs à ces quartzites; dans la partie septentrionale, au contraire, sont représentés les différentes assises du Silurique inférieur et aussi une grande partie du Silurique supérieur, en outre divers lambeaux des différents systèmes secondaires et du Néozoïque qui cachent ces roches, et du Carbonique, qui embrasse du côté nord l'extrémité de la bande re-

posant en discordance à la fois sur le Silurique, sur le Cambrique et sur un affleurement des schistes culminants du système archaïque, ou immédiatement sous-cambriens.

La plus grande résistance que les couches siluriennes, en grande partie composées de quartzites, ont offert à la dénudation et à l'action destructive des agents atmosphériques, et la circonstance de ce que ces roches forment principalement une épaisse assise à la base du système, les couches ayant été fortement disloquées, donnent comme résultat que les divers lambeaux du Silurique en Portugal forment ordinairement des crêtes allongées très pittoresques, qui en beaucoup d'endroits se dressent tout à coup de quelques centaines de mètres au-dessus des schistes et grauwackes cambriens qui les entourent. Cette manière d'être du Silurique est générale dans la Beira; en outre, ces lambeaux se trouvent alignés sur deux directions différentes, à peu près le N.-O. et le N.-N.-O., selon le plissement auquel ils ont cédé.

La bande du Bussaco vers Goes montre ces deux directions, sa partie septentrionale ou principale s'étendant vers le N.-O., tandis que plus près de Goes la bande prend la direction N.-N.-O., et à son extrémité méridionale elle devient presque N.–S.

Il résulte de cette disposition que le Penedo-de-Goes forme une muraille élevée qui se dresse abruptement de 300 jusqu'à 400 mètres au-dessus des schistes cambriens sur lesquels elle repose, en courant perpendiculairement à la serra qui forme le partage des eaux entre le ruisseau Ceira, qui est un affluent du Mondégo, et le ruisseau de Pampilhosa-da-Serra, affluent du Zezere, les deux ruisseaux principaux qui naissent dans la serra d'Estrella, et dont les bassins se trouvent séparés par cet important massif orographique. En effet, la serra d'Estrella comprend orographiquement les serras d'Açor (1223 mètres) et de Louzã (1202 mètres), dont la dernière est distante seulement de 4,5 kilomètres du Penedo-de-Goes vers l'occident, les trois serras se trouvant alignées dans la direction N.-E.–S.-O.

Au pied septentrional de ces serras, d'où partent de nombreux contreforts se dirigeant vers le N. et le N. O. et divisant les vallées des différents affluents de l'Alva et du Ceira, il se développe une plaine ou plutôt un bassin dont le fond est assez accidenté, et qui embrasse une partie des vallées de ces deux ruisseaux. On peut dire d'une manière générale que la limite méridionale de cette plaine coïncide avec celle des formations schisteuses de la serra.

Le ruisseau Ceira, qui prend son origine dans la serra d'Açor,

présente d'abord un cours très sinueux, dans une vallée fort étroite et dont les flancs sont raides et élevés, comme il arrive du reste dans tous les cours d'eau qui traversent des régions schisteuses. Ce ruisseau s'approche ensuite de la serra de Penedo-de-Goes, et, en passant tout près du bourg de Goes, où il pénètre dans la plaine, il court parallèlement à cette serra sur 7 kilomètres environ, après quoi il fait une forte inflexion vers le S.-O. à l'endroit appelé Varzea-Grande; au delà de ce point il continue parallèlement à la base de la serra de Louzã, et traverse une dépression du sol où, comme nous l'avons remarqué, la bande silurienne se trouve interrompue, l'espace correspondant étant occupé par d'autres terrains plus modernes.

Ces terrains sont représentés comme du Tertiaire lacustre inférieur (n^1) sur la carte géologique du Portugal publiée en 1876 par Carlos Ribeiro et moi; ils y forment un grand lambeau qui s'étend du N.-E. au S.-O. depuis le bord occidental de la grande tache granitique de la Beira, à Villa-Cova, jusqu'à la ligne-limite des terrains mésozoïques à l'est de Penella, sur une longueur de 46 kilomètres, en embrassant une partie importante des bassins hydrographiques de l'Alva et du Ceira, tous deux affluents du Mondego sur sa rive gauche respectivement en amont et en aval de Penacova.

Sur la carte géologique de l'Espagne et du Portugal, publiée en 1893 par la Commission de la carte géologique d'Espagne à l'échelle de 1:1500000, il se trouve déjà indiqué, d'après les données que nous avions fourni à son ancien directeur feu D. Manuel Fernandez de Castro, deux petits lambeaux de terrain diluvial près de Goes et d'Arganil, compris dans la grande tache designée comme Miocène.

Les terrains qui occupent la plaine d'Arganil et de Louzã, y cachant les terrains paléozoïques, forment partiellement les flancs de plusieurs collines et couronnent quelques autres contiguës à cette plaine; on peut les rapporter à deux périodes géologiques distinctes, dont on n'a pu fixer l'âge que tout récemment.

Le plus ancien de ces terrains présente décidément les caractères d'un dépôt sédimentaire mécanique formé dans des conditions normales, et constitue en beaucoup de points le substratum sur lequel reposent les dépôts plus modernes. Il est représenté dans sa plus grande épaisseur par des grès feldspathiques blancs très caractérisés, qui renferment en grande abondance des débris de crystaux d'orthose. Ces grès ont été reconnus depuis longtemps sur le sommet de la serra de Bussaco, et ont été indiqués sous le nom de «grès de Bussaco» sur la

minute de la carte géologique présentée par mon illustre collègue M. Choffat et moi dans le congrès géologique de Londres; cependant la détermination exacte de l'âge de ces grès, ainsi qu'il est arrivé tant de fois avec d'autres terrains, fut longtemps l'objet de grandes hésitations, et ce n'est que maintenant que l'on peut juger cet âge comme fixé, ces grès devant se rapporter à l'un des étages supérieurs du système crétacique.

L'inspection de notre carte géologique montre que, pendant une longue période embrassant presque toute l'ère mésozoïque, le sol de la région que nous étudions a été terre ferme, car il n'y existe nul dépôt de cette ère autre que l'épaisse formation de grès dont nous venons de parler. Ces grès ont été indiqués pour la première fois par Carlos Ribeiro tout le long des serras de Bussaco et de Mucella, et furent considérés par Sharpe comme sous-crétacés [1], mais nulles preuves paléontologiques ni stratigraphiques n'établissaient cette classification.

Le succint rapport qu'en fait Sharpe dans son mémoire est le suivant:

«Sur quelques points élevés de la serra de Bussaco il y a des couches de grès argileux, soit blanc, soit tacheté de rouge ou de jaune, alternant avec de l'argile ferrugineuse tendre; sur le faîte de la serra les argiles sont endurcies et les grès transformés en quartzite.»

Il indique ensuite l'extension occupée par ces grès, en les confondant toutefois avec les conglomérats de la vallée du Tage, et en déduisant erronément que «la mer sous-crétacée avait recouvert la plus grande partie de la région entre le Tage et le Douro, tant à l'est qu'à l'ouest de la serra d'Estrella,» tandis que le vrai c'est que les grès de Bussaco ne se trouvent qu'à l'ouest, ou plutôt au nord de cette serra.

M. Choffat, dans l'intéressante description stratigraphique [2] dont il accompagne l'ouvrage du marquis de Saporta «*Nouvelles contributions à la flore mésozoique*» publié l'année passée par la Direction des travaux géologiques du Portugal, fait l'historique des phases par lesquelles la classification de ces grès a passé jusqu'à la découverte en 1884, par Frederico de Vasconcellos, de restes de végétaux à l'extrémité septentrionale de la serra de Bussaco vis-à-vis de Sulla. Ces fossiles furent examinés par le marquis de Saporta et classifiés par lui comme

[1] *Quart. Journ. of the Geol. Soc. of London*. Vol. IX, 1853, p. 143.

[2] *Notice stratigraphique sur les gisements de végétaux fossiles dans le Mésozoïque du Portugal*. Op. cit., p. 276.

crétaciques, découverte qui établit pour la première fois la classification de ces grès dans le système crétacique. La découverte faite, dans la même assise de grès, d'autres gisements de végétaux sur des points situés plus vers le sud, quand je poursuivais mes études dans cette région pour la délimitation des divers terrains paléozoïques sur la nouvelle carte géologique du royaume, vint de nouveau confirmer cette classification d'après l'examen de ces fossiles par mon collègue M. Wenceslau de Lima.

Ce grès a un aspect kaolinique, il est ordinairement blanc avec des taches rougeâtres ou rouges-violet et quelquefois aussi avec des raies rouges, couleur due à l'oxyde ferrique anhydre. En quelques endroits il est gris, ou gris-verdâtre clair, de même bigarré de violet et rougeâtre; il renferme toujours en grande abondance des débris feldspatiques et même beaucoup de cristaux roulés d'orthose, qui mettent en évidence son origine granitique. Il a une stratification peu distincte; il est ordinairement grossier et friable sur de grandes épaisseurs, étant composé de grains irréguliers de quartz cimentés par de l'argile feldspathique; il contient accessoirement quelques lits argileux, où les fossiles végétaux se montrent de préférence, et d'autres bancs au contraire très durs où le ciment se trouve comme porcelanisé liant intimement les grains de quartz, de sorte que la roche présente une fracture vitreuse. Nous connaissons le grès ainsi caractérisé non seulement sur le sommet de la serra de Bussaco et sur les versants de la serra de Mucella, mais aussi sur beaucoup d'autres points, notamment la colline rocheuse où est placée la chapelle de Sr.ª-da-Candosa, sur la rive gauche du ruisseau Ceira; nous l'avons aussi trouvé près d'Olho-Marinho, sur la route de Coimbra à Goes, où il est largement exploité comme pierre de taille pour meules et pour linteaux et pieds-droits de portes et de fenêtres.

C'est l'élément quartzeux qui prédomine en général dans ce grès. Non seulement celui-ci donne par sa désagrégation un gravier grossier (entièrement semblable à celui d'autres régions crétaciques), mais il renferme en plusieurs endroits une très grande quantité de cailloux irréguliers, dont quelques-uns assez volumineux, de quartz et de quartzite, plus ou moins roulés, mais non arrondis, et présentant encore des vestiges de leurs formes anguleuses primitives. Il va sans dire que ces cailloux ont puissamment contribué en beaucoup d'endroits à la formation du dépôt diluvial qui recouvre le grès.

Le grès présente parfois une stratification fausse; cependant, d'après ce que l'on peut juger par certains plans de division qui pa-

raissent indiquer la stratification vraie, et d'après la position des bancs résistants, il est à peu près horizontal dans la serra de Bussaco. La différence de niveau entre les points de plus grande et de plus petite altitude occupés par le grès devrait donc indiquer son épaisseur, si les couches étaient rigoureusement horizontales et des mouvements du sol postérieurs à leur formation n'avaient pas altéré leur position, et nous sommes portés à croire qu'il y a eu en effet des mouvements dans cette région à une date relativement récente. Néanmoins, l'épaisseur des grès est en tout cas très considérable, car on le voit occuper des points à une grande hauteur sur les sommets des collines, et en même temps le fond des ravins et des vallées, ce qui donne des différences de niveau de 300 mètres et davantage, en constituant également les flancs de ces collines dans toute leur hauteur.

Le grès forme d'innombrables lambeaux isolés, à contours très irréguliers, entourés par les roches paléozoïques sur lesquelles il repose immédiatement, ou cachés en partie par les dépôts de transport de l'époque glaciaire, le petit lambeau de Coja étant le plus oriental que l'on a découvert dans cette région. Entre ce lambeau et celui de Nave-de-Haver situé sur la frontière et qui pénètre assez avant dans l'Espagne en s'étendant vers Ciudad-Rodrigo, il y a une distance de 95 kilomètres; entre les deux lambeaux se trouve interposé le grand massif de la serra d'Estrella, ce qui les rend par conséquent indépendants, le premier appartenant au bassin du Mondégo, et le second à celui du Douro.

Les courants de dénudation, qui ont enlevé le grès de la plus grande partie de la contrée qu'il occupait primitivement, ont été très puissants et ont sans doute agi pendant une longue période, ce qui a fait que le grès restant se présente en des points d'altitudes très diverses, et qu'il se trouve soit au fond des ravins, soit sur les flancs des collines, soit enfin, bien que plus rarement, formant les cimes de celles-ci. Les preuves directes de cette dénudation se trouvent dans la séparation du grès en lambeaux isolés, et dans la configuration irrégulière et le relief très inégal de sa surface; il y a spécialement à noter, dans le bassin du Mondégo, le lambeau près de la station de Mortágua, lequel, situé sur le versant droit du Mondégo à l'est du Bussaco, est distant 8 kilomètres environ de cette serra, les couches se présentant fortement disloquées et inclinées d'environ 25° vers le N.-O., tandis qu'elles sont à peu près horizontales dans tous les autres points où nous les avons observées, sauf dans un petit affleurement près de la station de Pampilhosa, à l'ouest du Bussaco, où les couches sont inclinées aussi d'environ 20° vers l'ouest.

Près de Goes le grès a été presque totalement enlevé, à peine en reste-t-il des vestiges sur l'un ou l'autre point dans la montée vers Portella, sur la route de Louzã; un dépôt plus moderne, évidemment de l'époque quaternaire, y repose presque partout immédiatement sur les tranches des couches de schistes cambriens.

Au nord de Goes, au contraire, sur la route de ce bourg à Poïares, il se présente une bonne section du grès blanc, avec un grand développement, surtout sur le versant oriental de la serra de São-Miguel-de-Poïares, près de Cabeceiro et d'Alveite-Pequeno, et dans la descente d'Olho-Marinho vers Varzea, sur le lambeau qui contourne les quartzites siluriens. Dans quelques points, surtout près de ces quartzites, le grès renferme de nombreux cailloux de cette roche plus ou moins gros et roulés, formant des amas considérables en divers points, mais il ne renferme pas de blocs subglobulaires ou ellipsoïdaux à surface lisse comme ceux qui se trouvent dans le dépôt diluvial.

Sur le flanc occidental et sur la cime de la colline de Sr.ª-da-Candosa, le grès recouvre, comme sur le dos du Bussaco, les quartzites siluriens (ce qui est aussi le cas sur le flanc opposé du Ceira), formant de couches horizontales plus ou moins dures.

Allant d'Arganil à Coja, en se rapprochant par conséquent du puissant massif granitique de la Beira, on rencontre le grès à grain grossier à environ 3 kilomètres d'Arganil; il y devient gris verdâtre tacheté de rougeâtre, et renferme beaucoup de grains roulés et débris feldspathiques blancs, ainsi que des lits discontinus de cailloux à formes irrégulières, plus ou moins roulés, de quartz blanc et de quartzite gris. A 2 kilomètres plus loin, un lit de cailloux de quartzite, de granit, de gneiss et de schiste micacé métamorphique, d'environ 1 mètre d'épaisseur compris dans le grès, se fait remarquer par l'abondance de débris d'orthose blanc qu'il contient, quelques cristaux roulés de ce minéral ayant jusqu'à 3 centimètres de longueur. Les cailloux de quartzite, qui sont les plus durs et par conséquent ont résisté plus longtemps aux effets du transport par les eaux, atteignent, bien que rarement, 2 décimètres dans leur plus grand diamètre.

Là où le grès se trouve en contact avec le dépôt diluvial, il occupe ordinairement les points les plus bas dans les ravins, quoique sur les flancs des collines il monte quelquefois à des hauteurs considérables, comme il arrive, par exemple, aux environs d'Olho-Marinho.

Les cailloux roulés de quartzite, qui en beaucoup de points se trouvent détachés, à la surface du sol, par la désagrégation du grès à l'époque actuelle, pourraient quelquefois être pris comme appar-

tenant au dépôt de transport, ce qui n'est pas. Néanmoins, il n'y a pas à douter de ce que, par l'érosion du grès, laquelle a accompagné la formation du dépôt diluvial, beaucoup de ces cailloux ont été incorporés dans ce dépôt, comme le grès lui-même a aussi fourni en grande partie la pâte qui les relie.

Dans les talus de la route de Goes à Poïares qui longe le cours du Ceira dans les 6 premiers kilomètres, on remarque que le grès crétacique, grossier et renfermant d'abondants débris feldspathiques, a été profondément raviné; il présente une surface très irrégulière et il est recouvert par un dépôt de transport, qui a tous les caractères d'un dépôt alluvial ancien.

A l'ouest de Quinta-da-Capella, à environ 1500 mètres au nord de Goes sur la même route, de nombreux blocs et cailloux de quartzite tous plus ou moins arrondis et à surface lisse, sont venus remplir les poches ou cavités creusés à la surface du grès par les courants de dénudation; ces fragments affectent les positions d'équilibre le plus instable. Ils sont engagés dans un dépôt arénacé de la même nature du grès crétacique sous-jacent, et qui provient évidemment, en sa plus grande partie, de la désagrégation de ce grès, au point qu'il est difficile de juger à première vue, en beaucoup d'endroits, où finit le grès et commence le dépôt alluvial. (Pl. II, fig. 1).

Un des blocs, celui auquel nous avons fait allusion dans le commencement de cette notice, mesurait 1 mètre dans son plus grand diamètre, et montrait une face plane sur laquelle il a dû être charrié, puisque l'on y observait des vestiges évidents de striation glaciaire, quoique très oblitérée ou presque effacée par le transport ultérieur que le bloc a subi. (Pl. I). Comme ce bloc présentait toute sa surface lisse, il est clair qu'il avait été strié avant d'être roulé par un second transport qui l'emmena à sa position actuelle. Tout porte à croire que les blocs et cailloux de ce dépôt alluvial ont appartenu originairement à la moraine frontale d'un grand glacier qui, descendant du massif d'Estrella par la vallée du Ceira, atteignit la plaine du Mondégo, et qu'ils ont été roulés et usés à une époque postérieure par les eaux des torrents sous-glaciaires qui s'échappaient de la base de ce glacier.

Dans le talus de la nouvelle route de Goes à Louzã, à l'endroit de Portella, précisément au point où s'embranche la nouvelle route vers Pampilhosa-da-Serra, route qui est toute pratiquée dans les schistes cambriens, on remarque un phénomène très curieux. Dans ce point,

le dépôt alluvial ancien, composé principalement de très grands cailloux de quartzite roulés, s'arrête subitement tout contre les schistes, paraissant plonger en dessous de ceux-ci; mais le plus intéressant c'est que les schistes, par suite d'une forte compression qu'ils ont subie, ont perdu tout aspect de stratification, et se présentent écrasés et repliés sur une largeur de 30 mètres environ; et près de la ligne de contact ils se trouvent réduits en une pâte argileuse rougeâtre, qui s'insinue entre les cailloux en les enveloppant, donnant ainsi au dépôt l'aspect d'un conglomérat gigantesque.

En considérant cette argile rouge, sans stratification visible, qui enveloppe les cailloux de quartzite et ceux plus petits et bien moins abondants de grauwacke et de schiste, on voit bien qu'elle représente le résidu de la dénudation des roches schisteuses, qui a produit le courant boueux dans lequel les cailloux ont été probablement entraînés ou même emportés en suspension. Il y a un contraste frappant entre l'aspect de cette argile et celui du schiste gris foncé, très solide, qui formait la paroi contre laquelle le dépôt est venu s'appuyer. L'inspection de la fig. 2, pl. II, montre clairement que l'escarpement formé par les schistes, le long duquel glissa le glacier entraînant sa moraine latérale, a dû s'écrouler dans ce point sur le dépôt glaciaire, produisant cet aspect bizarre.

Les grands blocs de quartzite du dépôt alluvial sont très irrégulièrement éparpillés dans toute l'épaisseur du dépôt; il paraît cependant qu'ils sont plus abondants et plus volumineux vers la partie supérieure du dépôt, près de Portella. Ces blocs, mêlés avec d'autres de grauwacke, d'ailleurs en bien moindre proportion et de moindres dimensions, y constituent la masse principale du dépôt. Comme la plus grande partie de ces blocs proviennent évidemment des crêtes de quartzites siluriens qui se dressent à peu de distance, nous devons donc supposer qu'ils ont été entraînés par des courants très forts, conjointement avec le gravier et les débris des roches paléozoïques qui relient ces blocs. Il faut attribuer à la même époque la production des formes plus ou moins régulières qu'ils présentent, ainsi que les conchoïdes de percussion que l'on observe sur plusieurs.

Il est à remarquer que tous ces blocs de quartzite, même les plus gros que nous ayons vus, ont des formes plus ou moins arrondies et la surface lisse, parfois partiellement polie; par conséquent, on ne peut pas à la rigueur les considérer comme des blocs erratiques proprement dits, mais plutôt comme étant d'origine glaciaire, ayant subi un transport long et violent par les eaux à l'état liquide, qui leur a modifié

la forme et usé la surface. Les vrais blocs erratiques, à arêtes vives, doivent se trouver seulement dans le massif montagneux à une grande hauteur au-dessus de la plaine; en effet, Frederico de Vasconcellos, dans son étude sur le terrain glaciaire de la serra d'Estrella, les indique sur les points culminants de la serra, à des altitudes de 1600 mètres et supérieures. Aussi, ayant moi-même examiné soigneusement plusieurs centaines de blocs et de gros cailloux, c'est à peine si j'y ai rencontré des vestiges de striation glaciaire; le transport par les eaux produisant le frottement des blocs les uns contre les autres, en même temps qu'il en a émoussé les angles et les arêtes, a effacé les stries et détruit le poli glaciaire, que toutefois quelques-uns d'entre eux conservent encore sur une partie de leur surface; il y a en outre d'autres indices qui prouvent que les blocs ont subi un transport violent et l'action prolongée des eaux. La plupart de ceux-ci, en effet, présentent non-seulement leur surface lisse et le fendillement spécial dû à l'action des agents atmosphériques, mais aussi nombre de courbes circulaires et concentriques non fermées et un éclatement correspondant, qui indiquent grossièrement une structure globulaire, mais qui sont de véritables conchoïdes de percussion dûs aux chocs répétés des blocs s'entre-heurtant lors de leur transport violent par les torrents sous-glaciaires. La forme arrondie et souvent globulaire ou ellipsoïdale des cailloux, ainsi que l'aspect de leur surface, ne peuvent être attribués qu'à un frottement énergique et prolongé, car rien n'indique, ni à leur surface ni dans leur fracture, une altération ou désagrégation par couches concentriques; l'usure y est évidente, puisque la roche dont ils sont composés, le quartzite, compte parmi les plus dures et les plus inaltérables.

Le dépôt alluvial ancien en question doit donc très vraisemblablement son existence aux torrents sous-glaciaires, qui ont arraché aux moraines profondes les éléments qui les composaient, sous la forme de cailloux roulés, de gravier, de sable et de limon, en les poussant bien au-delà du front des glaciers et les dispersant dans la plaine. En effet, les eaux torrentielles qui s'échappaient libres des glaces, coulaient impétueusement bien en avant des glaciers, qui au contraire s'avançaient lentement jusqu'à de certaines limites qu'ils ne pouvaient pas dépasser. Ce terrain de transport ancien formé aux dépens d'un dépôt erratique préexistant est donc du terrain erratique remanié.

Ce phénomène de la formation de grands torrents sous-glaciaires correspondrait peut-être à une période interglaciaire qui aurait coïncidé avec le retour d'un climat humide et très pluvieux accompagné d'une

température suffisante pour produire la fonte des neiges et par conséquent le retrait du glacier, après une époque de grande extension glaciaire.

Postérieurement, pendant une plus grande extension des glaces, les blocs et cailloux abandonnés sur la plaine ont pu non-seulement être poussés en avant du glacier, mais aussi refoulés et écartés latéralement, et forcés à gravir les coteaux qui encaissaient le glacier; nous en avons en effet la preuve dans l'exemple que nous avons décrit (Pl. II, fig. 2).

Ainsi, la formation du dépôt alluvial n'a pas été le dernier phénomène d'origine glaciaire qui a eu lieu dans notre région; néanmoins il faut lui attribuer nécessairement une longue durée pour qu'un tel dépôt pût s'accumuler, dépôt qui, dans la montée de Goes à Portella sur la route de Louzã, cache totalement les terrains plus anciens sur une hauteur de plus de 200 mètres, car telle est la différence de niveau entre Portella et le fond de la vallée près de Goes.

Il ne faut pas supposer, toutefois, que ce chiffre représente l'épaisseur du dépôt, qui du reste ne montre que dans ce point un si grand développement; nous pensons au contraire que le dépôt alluvial forme un manteau d'épaisseur variable, qui revêt dans toute son hauteur le coteau de la colline de quartzites qui a barré de ce côté l'expansion du glacier, en se moulant sur les irrégularités de la surface des roches sur lesquelles il repose. Dans le fond de la vallée du Ceira les blocs et cailloux roulés de quartzite sont de même très abondants, quoique ici le dépôt alluvial présente une faible épaisseur et même des interruptions sur plusieurs points.

Les faits que nous avons mentionnés, observés précisément sur la limite du dépôt alluvial, font voir que ce dépôt a été, après sa formation, refoulé par la progression du glacier et entraîné comme une moraine frontale, en même temps qu'il a été poussé, le long du flanc abrupt de la serra, contre les schistes cambriens que l'on y voit tordus et écrasés; cela explique aussi pourquoi le dépôt s'y arrête subitement, car on ne voit plus aucun bloc de quartzite du côté de l'ouest sur la route vers Ponte-de-Sótam, quoique le terrain baisse de ce côté, tandis que, un peu plus au nord, sur les collines de Sacões et de Carvalhal, les blocs sont au contraire très abondants. Là le glacier, qui avançait parallèlement à la serra de quartzites siluriens en se dirigeant vers le nord, a tout à coup changé de direction en s'infléchissant vers l'ouest, surmontant alors l'obstacle que lui opposait l'extrémité de la serra et écrêtant les deux collines, qui se trouvent entièrement recou-

vertes de blocs et cailloux de quartzite, dont beaucoup à formes anguleuses.

Ce détournement que le glacier, qui descendait par la vallée du Ceira, a subi dans sa marche, est dû probablement à la rencontre de ce glacier avec celui de l'Alva, lequel s'avançait vers le S.-O., d'où il est résulté que les deux glaciers, après leur réunion, ont marché ensemble dans une direction intermédiaire à celles qu'ils avaient suivies, c'est-à-dire, dans le sens de la résultante des forces qui les poussaient.

Nous pensons donc que la colline de Sacões a été profondément arasé par dénudation. Située sur le prolongement de la serra de Penedo-de-Goes vers la colline pittoresque de quartzites nommée d'après la chapelle de Senhora-da-Candosa, elle était sans doute couronnée de même par les quartzites dont les débris recouvrent maintenant non-seulement la colline de Sacões (595 mètres), mais aussi celle vis-à-vis, dont la cime porte la pyramide de Carvalhal 2.° (536 mètres); les deux ont une forme arrondie, aplatie au sommet et sont recouvertes d'un manteau continu composé de très nombreux blocs et cailloux plus ou moins volumineux de quartzite, à formes irrégulières, souvent anguleuses, parfois aussi plus ou moins arrondies et à surface lisse.

La disposition des cailloux sur les flancs de la colline de Sacões rend plus claire son origine. On reconnaît qu'ils ne représentent pas un dépôt alluvial régulier, résultat d'un long transport par un courant aqueux plus ou moins fort, car ils ne se trouvent pas à la même hauteur sur les deux flancs opposés de la vallée, mais ils affectent une disposition particulière comme s'ils étaient venus d'en haut, vu qu'ils se sont accumulés de préférence dans les dépressions ou parties creuses du coteau, en formant des amas s'épanouissant en éventail vers le haut, tandis que sur les parties convexes ou saillantes du coteau ils n'ont pu se conserver.

Il paraît donc, que les affleurements des couches de quartzites qui s'élevaient sur le dos de la colline de Sacões, ont été détruits par le passage du glacier, qui aurait arasé ces affleurements à la manière d'un rabot, tout en laissant la surface de cette colline et d'autres contiguës recouverte par les fragments et débris de ces mêmes roches; ces morceaux, incorporés dans la moraine profonde, ont été pendant longtemps exposés à l'action des courants sous-glaciaires, qui ont donné à beaucoup d'entre eux les formes arrondies et les surfaces lisses qu'ils présentent.

Lorsque plus tard, par le retrait et l'extinction successive des glaciers, se formèrent d'énormes courants d'eau bourbeuse qui inondè-

rent complètement le sol en le recouvrant d'une nappe épaisse, ces débris des couches de quartzite furent pour la plupart roulés et arrondis sur place, surtout les fragments les plus volumineux, par le mouvement des sables et autres menus débris; tandis que d'autres fragments furent roulés le long des coteaux, ou transportés sur le glacier à des distances plus ou moins grandes, faisant des trajets analogues à ceux des véritables blocs erratiques.

Il n'y a nul doute que l'époque dans laquelle ces phénomènes ont eu lieu, correspond à une période d'un développement glaciaire plus grand que celui qui lui suivit immédiatement et pendant lequel s'est formé le dépôt alluvial, que nous considérons par conséquent interglaciaire. On doit aussi attribuer à une plus grande extension des glaces, les grandes accumulations de cailloux et blocs roulés de quartzite le long du versant oriental des serras de Mucella et de Bussaco, ainsi que sur les flancs de la vallée de l'Alva, accumulations qui montent à des hauteurs relativement considérables, et qui représentent les moraines latérales de divers glaciers qui sont venus confluer dans la vallée du Mondégo en amont de Penacova, en y formant par leur jonction un unique glacier, qui entraîna quelques-uns des blocs de quartzite aux régions basses de cette vallée.

Comme nous l'avons déjà dit, le manteau formé par le dépôt alluvial n'a pas la même puissance partout. En le suivant vers l'est dans la plaine, il présente une épaisseur successivement décroissante, de sorte que, en beaucoup de points, dans le fond de la vallée, le grès crétacique sous-jacent est à découvert, et dans la même direction le volume et le nombre des cailloux de quartzite diminuent de même généralement. Au contraire, à mesure que l'on monte le coteau, le nombre et le volume des blocs augmentent, comme nous l'avons déjà dit, et ils atteignent leur maximum près de Portella. Là ils ont les plus grandes dimensions, j'en ai vu quelques-uns de 8 à 10 mètres cubes, bien qu'il soit rare de les trouver de cette grosseur.[1] Ce fait se trouve parfaitement d'accord avec l'origine de ces cailloux comme provenant des crêtes voisines de quartzites siluriens; il est à propos de noter que ce n'est que dans le voisinage des collines de cette nature qu'un tel dépôt se trouve.

[1] Un bloc de quartzite à surface arrondie que j'ai observé sur le haut de la colline de Sacões, à 2 kilomètres au N.-O. de Portella-de-Goes, mesurait plus de 3 mètres dans son plus grand diamètre. C'est le plus gros bloc que j'y ai vu, certainement il cubait bien plus de 10 mètres cubes.

L'énorme amas d'eau, qui entraîna les matériaux composant le dépôt alluvial, a dénudé simultanément le terrain erratique, les grès crétaciques et les schistes paléozoïques; c'est pourquoi on trouve dans ce dépôt des débris de tous ces terrains, et que sa composition varie selon la roche qui en forme le substratum.

On voit donc que la formation du dépôt alluvial dépend de l'existence des glaciers qui, à l'époque quaternaire, ont recouvert cette région de notre pays; toutefois il n'a pas été formé entiérement au dépens des moraines profondes ou terrain erratique proprement dit. Les eaux qui entraînèrent les débris de ce terrain, ont dû nécessairement transporter de même les débris des autres terrains qu'elles dénudaient, ainsi que les masses de roche que le glacier charriait lui-même et celles qui s'écroulaient sur lui à son passage.

Suivant les roches qui forment le substratum sur lequel repose le dépôt alluvial, la composition de la pâte qui enveloppe les cailloux varie aussi; cette pâte est quelquefois une argile rougeâtre, provenant évidemment de la trituration et du délayement des schistes, d'autres fois au contraire elle est plus ou moins sableuse, ou argilo-sableuse, étant alors blanche, ou d'un blanc bigarré de rouge, quand le dépôt couvre les grès crétaciques.

Si quelques-uns des blocs sont striées, comme celui que nous vîmes près de Quinta-da-Capella (Pl. I), il faut admettre que la production des stries précéda la formation du dépôt; ainsi l'on comprendra que les exemples en soient si rares. En tout cas, comme la striation est due à l'action glaciaire, nous devons supposer que les blocs sont venus d'une certaine distance, de la serra de Penedo-de-Goes ou d'une autre crête de quartzites dans le bassin du Ceira, telle que la serra de Fajão, ou de quelque crête sur le versant occidental de la serra d'Açor, qui aurait été totalement rasée et dont il n'existe plus de vestiges.

En conclusion: le dépôt alluvial ancien en question s'est formé dans des conditions très différentes de celles des dépôts de même nature formés dans des conditions normales; autrement il n'aurait pu monter à de si grandes hauteurs au-dessus du fond des vallées. Sans doute, de forts courants d'eau provenant des glaciers qui dans l'époque glaciaire couvrirent, en subissant diverses oscillations, la serra d'Estrella et tous ses contreforts, ont dénudé fortement la surface du sol et entraîné à des distances plus ou moins grandes les dépôts erratiques antérieurement formés, roulant en même temps des masses de roche qui avaient été transportés par les glaciers, ou qui étaient éparses sur le sol. Ces masses exposées pendant de longues périodes à l'action destructive de

ces courants, ont été, les unes entièrement délayées par l'eau lorsqu'elles étaient tendres, tels que les schistes, produisant en beaucoup d'endroits la pâte argileuse qui enveloppe les cailloux; tandis que les fragments de roches dures, telles que le quartzite, résistant plus longtemps à cette action destructive, ont donné les blocs et cailloux, généralement de formes arrondies, à surface lisse et en partie polie. Quelques-uns de ces blocs ont pu être antérieurement entraînés sur le lit du glacier en y recevant les stries et le poli caractéristique de l'action glaciaire. Les autres blocs appartenant à la moraine profonde, ou provenant des éboulements des crêtes des rochers dominant le dos du glacier, ont été entraînés et roulés par les torrents sous-glaciaires, qui ont émoussé et usé leurs arêtes et angles, en même temps que, s'entre-choquant entre eux, ils ont fini par acquérir les formes arrondies qu'ils présentent actuellement.

Nous pouvons encore ajouter que la dispersion des blocs s'est opérée en général de l'est à l'ouest, c'est-à-dire, du haut de la serra d'Estrella vers la plaine du Mondégo, en suivant les vallées de l'Alva et du Ceira, par où descendaient les glaciers dans cette direction.

En effet, faisant bien attention au cours suivi par le ruisseau Ceira, qui descend vers le S.-O. depuis son origine jusqu'à Fajão, s'infléchissant ensuite vers l'O. et plus loin vers le N., passant près de Goes, revenant de nouveau à Varzea vers le N.-O., et courant enfin parallèlement à la base de la serra de Louzã, on ne peut pas méconnaître que ce trajet serait aussi celui suivi en général par le glacier qui descendit du haut de la serra d'Açor, où il se trouvait resserré dans une vallée profonde, pour s'élancer dans la vallée du Mondégo. On voit encore que ce glacier fut forcé de faire ces détours surtout parce que la serra de Penedo-de-Goes, bien plus élevée que le sol contigu, lui opposait un obstacle qu'il ne pouvait pas franchir directement. Or, en débouchant dans la plaine, le glacier a pu s'épancher vers l'ouest et se réunir à celui qui descendait par la vallée de l'Alva, et peut-être aussi à d'autres du versant droit du Mondégo, rasant par la base la crête de quartzites qui se prolongeait sur la colline de Sacões, et produisant en même temps l'écroulement de l'extrémité nord de la serra de Pena, qui est démantelée et couverte de blocs et de grandes masses de quartzite, tandis que la partie plus haute de la serra ne présente pas la même ruine. Ces glaciers ayant formé un seul par leur jonction, poussèrent devant eux une moraine énorme qui s'étala dans la vallée du Mondégo, une partie des dépôts allant couvrir quelques points de la serra de Bussaco, et s'étendant bien plus loin dans la plaine de

Bairrada et la région inférieure de la vallée du Mondégo, car on y rencontre en effet quelques blocs épars de cette provenance.

L'âge de ces alluvions anciennes est marqué par la présence de blocs erratiques roulés et de cailloux glaciaires dont les stries sont presque effacées. Ces alluvions sont donc postérieures au grand développement glaciaire, pendant lequel se sont produites ces stries, et ont précédé la dernière grande dénudation qui donna aux vallées leur configuration actuelle; elles rentrent par conséquent dans la période quaternaire.

Au milieu de la grande tache quaternaire, près d'Arganil, la composition du dépôt est très différent de ce que nous avons vu dans les environs de Goes. On y remarque une coupe naturelle très instructive, qui pour ainsi dire résume la géologie de cette partie du pays à l'époque quaternaire, en fixant l'âge du dépôt alluvial de gros cailloux roulés par rapport au dépôt morainique ou terrain glaciaire proprement dit, dont les matériaux furent transportés ou entraînés par le glacier. C'est ce dernier terrain qui présente un plus grand développement et il se fait tout de suite remarquer au premier coup d'œil par ses caractères particuliers.

La coupe ci-dessus mentionnée (Pl. II, fig. 3) prise dans la route d'Arganil à Folques, à 1800 mètres à l'est d'Arganil, laisse voir la superposition des deux dépôts, comme il suit:

a) Dépôt supérieur où abondent de gros cailloux de quartzite et de quartz ayant jusqu'à 0,^{m}50 de diamètre, confusément distribués dans une terre argileuse sans égard aux lois de la gravité; ils sont de formes irrégulières, mais tous plus ou moins roulés, quelques-uns ayant même des formes arrondies et la surface lisse.

b) Dépôt inférieur séparé de (*a*) par une discordance bien visible, montrant de fausses apparences de stratification produites par des lignes de cailloux, dont la plupart proviennent de roches schisteuses et en très petit nombre de roches quartzeuses. Ces cailloux sont, en général, peu roulés, à un tel point que beaucoup de morceaux de schiste montrent encore leurs arêtes vives. Ce dépôt est évidemment glaciaire, il a tous les caractères des dépôts morainiques, et en s'étendant par la région il monte à des altitudes assez considérables. Il est essentiellement argileux et composé principalement de fragments de roches schisteuses irrégulièrement distribuées dans une terre argileuse, rouge en général, qui est sans doute le produit de l'usure des roches du glacier, ainsi que de la trituration et désagrégation totale de ces frag-

ments. Le dépôt renferme par places des amas de cailloux plus ou moins gros, et plus ou moins roulés, de grauwackes, de schistes, et plus rarement de quartz; ils se trouvent répandus pêle-mêle et très irrégulièrement dans le dépôt.

La superposition de ces deux dépôts (*a*) et (*b*), leur différence de composition et de caractères, et leur discordance, indiquent immédiatement qu'ils ont une origine différente. On explique facilement ces différences par une oscillation locale dans la marche du glacier, c'est-à-dire, par un mouvement de retrait pendant lequel les torrents sous-glaciaires ont pu étendre une nappe d'alluvion sur la moraine profonde antérieurement formée, qui aurait été en même temps profondément ravinée, tandis que de gros blocs et cailloux de quartzite ont pu être charriés en d'autres endroits où les torrents exerçaient plus facilement leur action.

Il ne me semble pas, cependant, que ces deux dépôts, quoique très distincts l'un de l'autre et séparés par une discordance fort prononcée, représentent des formations d'époques géologiques distinctes, au contraire je pense qu'ils représentent simplement des différents phénomènes de l'époque glaciaire, car sur la même route d'Arganil à Folques j'ai vu en plusieurs endroits, dans les talus, de nombreux cailloux de quartzite, voire même des blocs de plus de 1 mètre de diamètre, entièrement enchâssés dans la terre argileuse et se reliant tant au dépôt supérieur qu'à l'inférieur.

On voit que les caractères de ce dernier dépôt correspondent exactement à ceux du *till* ou *boulder-clay* (argile à blocaux), c'est-à-dire, à la moraine profonde d'un glacier. Ainsi que dans le dépôt glaciaire de l'Écosse, dans notre dépôt les pierres se trouvent disséminées au hasard et dans un complet désordre au milieu d'une argile tenace et sans stratification, sans avoir obéi à l'action de la pesanteur pour leur distribution. Du reste, la composition du dépôt est très variable, il participe de la nature du terrain contigu et de celui sur lequel il repose, quoique les débris qui le composent ont dû venir en partie d'une distance plus ou moins grande.

Dans le voisinage des roches schisteuses cambriennes ce furent celles-ci qui ont surtout fourni les débris pour le dépôt glaciaire, et qui, réduites à l'état de boue pâteuse, par leur trituration et désagrégation, formèrent une argile grossière rougeâtre qui constitue la base du dépôt, et à laquelle sont venus se réunir de nombreux fragments, plus ou moins roulés, de schistes et grauwackes cambriens et de quartzites siluriens. Dans les points où le dépôt glaciaire repose sur le

grès feldspathique, sa composition participe de celle de ce grès, semblablement à ce que nous avons vu dans la coupe à l'ouest de Quinta-da-Capella. Les trous plus ou moins profonds ou puits creusés par les courants diluviens dans la surface du grès renferment des amas de cailloux, quelquefois liés si intimement avec le grès qu'ils semblent lui appartenir, vu que la pâte qui les enveloppe est un gravier provenant de ce même grès remanié et délayé par les eaux; d'ailleurs il est certain que le grès renferme de gros cailloux quartzeux roulés, qui par la dénudation opérée par les courants glaciaires, sont venus appartenir au dépôt glaciaire.

Ce dépôt glaciaire ou erratique renferme principalement de petits cailloux anguleux, qui dénotent ne pas avoir subi un long transport par les eaux. Au milieu de ces fragments anguleux il se trouve aussi, exceptionnellement, par ci par là un caillou de quartzite à forme arrondie, ce que l'on explique facilement en admettant que ceux-ci ont subi un transport plus ou moins long par les courants sous-glaciaires, tandis que les fragments anguleux ont été entraînés dans la masse du glacier et ne se sont précipités dans le fond que lorsque les premiers avaient déjà acquis leur forme arrondie, en se mêlant alors avec eux et avec les débris des roches que le glacier arrachait dans son passage et qui s'enfonçaient dans le limon argileux où ils se trouvent maintenant engagés. Il est à remarquer que dans les parties du dépôt où les cailloux sont anguleux et d'un petit volume, la pâte argileuse jaunâtre qui les renferme est proportionnellement bien plus abondante.

On comprend que la dénudation opérée à la surface du sol par les grandes masses d'eau, provenant de la fonte des glaces qui couvraient les montagnes plus élevées et la région supérieure des vallées, répandrait sur les flancs des collines de quartzite une énorme quantité de fragments et même des masses très volumineuses de cette roche. Lorsque survint l'époque du froid, qui suivit celle d'un climat humide et très pluvieux qui régna antérieurement, ces masses et fragments, soumis aux alternatives de la gelée et du dégel, se trouvaient dans les conditions les plus favorables pour se diviser en menus débris.

On peut ainsi expliquer l'existence des innombrables fragments anguleux de quartzite qui couvrent la colline de Sacões et en général les autres collines de quartzites siluriens de la région.

Comme nous l'avons déjà noté, le dépôt glaciaire montre parfois quelques apparences de fausse stratification, révélées par la continuité plus ou moins parfaite des lignes de cailloux, ceux-ci s'étant accumu-

lés plus abondamment dans de certains niveaux, sans avoir nullement obéi aux lois de la gravité pour prendre les positions où ils se trouvent.

Les caractères qu'offre en général ce dépôt sont tels comme s'il provenait de la trituration des couches schisteuses. Les fragments ont des formes extrêmement irrégulières, anguleuses pour la plupart, et ils se présentent mêlés confusément et dans des positions d'équilibre le plus instable, comme si, après avoir été fortement agités dans une masse liquide, ils seraient subitement restés en repos dans les positions qu'ils avaient en ce moment d'arrêt. On n'observe pas dans le dépôt le moindre vestige de stratification; néanmoins, par endroits le dépôt est représenté par une terre argileuse où, sur une grande épaisseur, les fragments font défaut; tandis que, immédiatement en dessus et en dessous, le dépôt se compose presqu'en totalité de ces fragments.

Près du hameau de Bordeira, sur la route de Goes à Arganil, avant de pénétrer dans la petite tache de grès blanc crétacique sur lequel sont bâties les maisons, on croirait à une forte inclinaison des strates, de plus de 50°, car beaucoup de cailloux de schistes présentent leur plus grande dimension suivant des plans ayant cette inclinaison. Toutefois, l'examen attentif du dépôt fait bientôt reconnaître que cet aspect est dû à la configuration du terrain qui forme le substratum sur lequel repose le dépôt, la disposition des cailloux étant exactement pareille à celle prise par les pierres tombant au hasard sur la surface des talus quand on fait les remblais d'une route, ou qui se trouvent à la surface d'un monticule quelconque de déblais, où plusieurs pierres reposent par leur plus grande surface sur la pente, tandis que la plupart restent dans des positions d'équilibre le plus instable.

Il est clair que les débris de roches transportés par un glacier et abandonnés ensuite par lui, s'adaptent de même aux irrégularités de la surface sur laquelle ils viennent à tomber et que, par conséquent, un tel aspect de fausse stratification peut seulement avoir lieu près des protubérances formées par les roches du sous-sol, comme je l'ai en effet toujours observé.

C'est l'érosion du lit des glaciers qui a sans doute fourni la majeure partie des débris composant le dépôt glaciaire. Néanmoins, les glaciers non-seulement creusèrent partiellement les vallées qui formaient leur lit, mais aussi, en vertu de leur poids énorme, ils devaient détruire tous les obstacles qu'ils rencontreraient dans leur passage,

arasant et nivelant pour ainsi dire toutes les aspérités des rochers et rabotant la surface des collines et des coteaux, en leur donnant la forme arrondie qu'ils présentent tous. De plus, les fragments éboulés, provenant des coteaux et des parties saillantes des rochers, auraient de même fourni une part importante pour la formation du dépôt.

Le coteau où se trouve la pyramide géodésique de Travanca à l'est d'Arganil, est intégralement constituée par le dépôt glaciaire, composé principalement de débris des couches cambriennes, schistes, grauwackes et quelques quartzites, auxquels se sont mêlés aussi des cailloux et blocs plus ou moins gros des quartzites siluriens qui couronnent le sommet de Senhora-de-Mont'Alto, vis-à-vis de la pyramide de Travanca, et qui constituent d'autres collines plus éloignées, comme celle de Santa-Eufemia et d'autres.

A la moitié supérieure du coteau on voit, détachées sur le sol, beaucoup de masses, plus ou moins volumineuses, de quartzite silurien qui, après leur transport par le glacier, ont été roulées par les eaux, ce que l'on reconnait à leur surface lisse. Quelques-unes de ces masses ont plus de 2 mètres de diamètre; beaucoup d'entre elles ont 1 mètre à la partie exposée. Elles sont de formes irrégulières et elles ont quelques-unes de leurs faces planes et lisses, mais sur aucune je n'ai découvert des stries de frottement. Il n'y a pas à douter que ces masses appartiennent au dépôt glaciaire, ainsi que d'innombrables cailloux que le dépôt renferme dans toute son épaisseur et que l'on observe distinctement sur le flanc méridional de la colline.

On ne peut pas s'empêcher de considérer ce dépôt, qui couvre une étendue considérable des vallées de l'Alva et du Ceira, comme étant un dépôt morainique, les deux couches (*a*) et (*b*) représentées dans la coupe (Pl. II, fig. 3) se trouvant ici probablement réunies. Ces couches sont d'ailleurs très difficiles à distinguer l'une de l'autre quand elles se présentent isolées, car elles ont souvent des caractères un peu semblables.

Comme le terrain constitué par le dépôt glaciaire est très accidenté, le dépôt se montrant aussi bien dans le fond des vallées que dans les collines contiguës constituées par lui, il faut reconnaître que la configuration actuel du sol est due à une puissante dénudation qui, à la fin de l'époque glaciaire, a emporté une grande partie de ce dépôt. Cette dénudation a été opérée par les cours d'eau qui, extraordinairement grossis, ouvrirent définitivement leur lit dans le dépôt et réoccupèrent plus ou moins complètement les vallées déjà ébauchées au commencement de la période quaternaire, avant la formation du dépôt.

A 550 mètres à l'ouest de l'église de Goes, à la base du coteau qui monte vers Portella, près de la limite entre les schistes cambriens et le dépôt quaternaire, on observe un fait singulier qui prouve clairement que ce dépôt est d'origine glaciaire.

On voit, dans le fossé de la route, que le substratum du dépôt quaternaire y est formé par le grès crétacique (grès de Bussaco), qui dans cette localité est friable, d'un blanc tacheté de rouge, et composé de grains très irréguliers de quartz gris cimentés par de l'argile feldspathique blanche.

On rencontre reposant immédiatement sur le grès, par conséquent dans la position la plus anormale, une masse de schiste gris noirâtre, que la route coupe longitudinalement. Dans le talus de l'est, la masse schisteuse montre plus de 2 mètres d'épaisseur et l'on n'y voit pas le grès à découvert. Dans le talus opposé, où la vue (Pl. II, fig. 4) a été prise, la masse est bien moins épaisse, elle a environ 0,^{m}70 d'épaisseur. La masse paraît être divisée en deux d'après la figure, sa longueur totale dans la direction de la route dépasse une centaine de mètres. Dans cette localité le grès n'a guère que 3 à 4 mètres d'épaisseur. Au-dessous du grès on voit les schistes cambriens parfaitement caractérisés.

A l'intérieur de la masse schisteuse la roche est saine et présente ses caractères normaux. Sur le bord de la masse, c'est-à-dire dans la partie où elle s'amincit, le schiste se trouve écrasé et renferme, irrégulièrement distribués, de petits morceaux de quartz et du grès blanc sous-jacent conjointement avec quelques crystaux d'orthose décomposés. A sa partie supérieure se trouve une véritable brèche composée partiellement de petits fragments anguleux de schiste et de quartz cimentés par une pâte argileuse grise, qui est évidemment le résultat de la trituration et du délayement du même schiste.

La masse schisteuse repose presque partout immédiatement sur le grès crétacique; cependant, un lit d'argile fine jaunâtre de 2 à 3 centimètres d'épaisseur, s'interpose quelquefois entre la masse et le grès. Cette argile représente sans doute le ciment du grès dans la partie où il a été privé des débris qui le composaient et qui furent incorporés dans le schiste écrasé ou entraînés par les eaux.

La position anormale de cette grande masse de schistes cambriens reposant sur le grès crétacique peut aisément se comprendre en admettant qu'il y ait eu un éboulement du flanc de la colline voisine, avant que le glacier, dans sa progresssion, eût atteint ce point. On reconnaît en outre que la masse a été entrainée sur une certaine éten-

due par le glacier, qui a tout de même glissé sur elle; on expliquerait ainsi la différence essentielle qu'elle montre à sa partie intérieure et à la surface, et l'écrasement qu'elle présente.

Sur cette masse schisteuse se développe un dépôt constitué principalement par une terre argileuse rougeâtre sans nuls vestiges de stratification, lequel a été certainement le résultat de la trituration complète des schistes cambriens. Il renferme d'innombrables cailloux pour la plupart de schiste et de grauwacke, à formes aplaties, conjointement avec quelques cailloux de quartzite, de formes irrégulières, ayant tous la surface plus ou moins lisse, et quelques-uns même des formes arrondies. Les cailloux plus gros, tous de quartzite, se trouvent accumulés à la base du dépôt. Dans quelques points l'argile domine exclusivement sur les cailloux, dans d'autres au contraire elle disparaît presque et les cailloux prédominent. La position des cailloux est extrêmement irrégulière; ils n'ont pas obéi dans leur distribution aux lois de la gravité; on en voit de plusieurs dimensions et de formes les plus variées, mêlés confusément et inclinés dans tous les sens, plusieurs ayant même leur grand axe en position verticale. A la partie supérieure du talus, où le dépôt a été coupé, celui-ci présente 12 à 15 mètres de hauteur, mais sans doute son épaisseur est bien plus grande. Ce dépôt a donc tous les caractères d'un dépôt morainique, il doit par sa position être considéré comme inférieur au dépôt alluvial de grands cailloux de quartzite roulés, qui est placardé contre le coteau et que l'on doit considérer comme formé en partie aux dépens du dépôt erratique préexistant.

La différence de niveau entre les points de hauteur maximum et minimum où se trouve le dépôt glaciaire est énorme. Je ne crois pas cependant que ce dépôt ait formé une nappe continue et régulière sur toute l'aire qu'il occupe, avec l'épaisseur de plus de 300 mètres, différence de niveau entre ses deux cotes extrêmes, car il faudrait dans ce cas admettre, à une époque très moderne, l'action d'une dénudation très puissante impossible de concevoir. Je pense au contraire que les débris schisteux et les cailloux quartzeux, transportés par le glacier, se sont déposés très inégalement, sur toute l'étendue recouverte par celui-ci, en occupant à la fois des points différant beaucoup en altitude, quoique dans quelques endroits l'épaisseur du dépôt a dû être en effet très considérable.

En résumant la série des observations faites dans cette région centrale de la vallée du Mondégo, on peut formuler quelques conclusions générales qui portent à découvrir une coïncidence remarquable entre les phénomènes de l'époque glaciaire observés en Portugal et ceux qui ont été observés dans d'autres pays, au point que la classification faite par M. de Lapparent[1] pour ces phénomènes paraît être parfaitement applicable à notre pays.

Après la vaste dénudation de l'époque pliocène qui ébaucha les vallées actuelles, a commencé, encore dans cette époque, une phase de refroidissement progressif, qui coïncida avec la première invasion des glaciers qui naturellement ont enlevé et même rasé les crêtes de quartzites siluriens, dont les débris dispersés sur le sol fournirent un matériel abondant pour les dépôts morainiques et alluviaux des phases subséquentes. Dans leur marche, les glaciers transportèrent ces fragments, dont un grand nombre, entraînés sur leur lit, ont nécessairement dû recevoir les stries et le poli glaciaires. C'est l'époque de l'existence de l'*Elephas meridionalis*, espèce qui, d'après la détermination faite par M. Depéret, a été en effet découverte dans les tufs de Condeixa, à l'ouest de la serra de Louzã. M. Choffat en se basant sur d'autres considérations hésite toutefois à rapporter ces tufs au toit du Pliocène ou à la base du Pleistocène.

Après un intervalle pendant lequel le climat s'adoucit et les glaciers diminuèrent en extension, succéda, déjà dans la période quaternaire, la deuxième invasion glaciaire, qui embrassa la plus grande surface, en descendant jusqu'aux plus basses plaines. Les dépôts morainiques, qui se formèrent alors, remplirent toutes les dépressions du sol et recouvrirent aussi beaucoup de collines, surtout dans les vallées de l'Alva et du Ceira, affluents du Mondégo sur sa rive gauche.

Cette grande extension de nos glaciers doit correspondre au commencement de la période quaternaire, car l'invasion glaciaire de cette date fut partout la plus importante. C'est l'époque du développement de l'*Elephas antiquus*, qui a été effectivement trouvé en Portugal dans la plaine de Mealhada, à l'ouest du Bussaco, associé au *Cervus elaphus* (déterminations de M. Depéret).

Ce fut dans la phase interglaciaire qui suivit, pendant laquelle se formèrent en grande partie les alluvions anciennes de nos cours d'eau par suite de l'énorme volume que les rivières acquérirent par la retraite des glaciers et le dégel correspondant, que nos grottes (Furninha,

[1] *Les causes de l'ancienne extension des glaciers.* Octobre, 1893.

Casa da Moura, etc.) furent habitées pour la première fois. On doit rapporter à cette date les premiers vestiges évidents de l'existence de l'Homme dans notre pays (fragment de maxillaire humain et silex chelléen de Furninha)[1].

On voit donc que l'occupation de nos cavernes est bien loin de pouvoir se rattacher au début de la période quaternaire, et, comme je l'ai montré par l'étude de Furninha, le remplissage de cette grotte ne s'est pas opéré d'une manière suivie, mais bien avec des intermittences pendant lesquelles la grotte a pu être occupée, soit par l'homme soit par des animaux. Par conséquent, la formation des cavernes a eu lieu dans l'ère tertiaire, puisque ce fut la dénudation des dépôts pliocéniques qui a fourni les éléments pour le remplissage des grottes de Furninha et de Cesaréda, et partant probablement aussi des autres grottes.

De très forts courants sous-glaciaires, s'échappant du front des glaciers qui avaient reculé vers le haut, dénudèrent le manteau de dépôts morainiques qui couvrait cette partie du pays, et, selon leur violence, entraînèrent les débris rocailleux plus menus à distance, tandis que les matériaux plus gros ou plus lourds (les blocs de quartzite) s'entre-choquant, acquérirent des formes arrondies. En outre, à mesure que ces courants usaient les blocs, en leur donnant les caractères spéciaux qu'ils présentent, ils broyaient et réduisaient en poussière impalpable, produisant une boue fine et compacte, les fragments et menus débris de schistes que le glacier avait arrachés du lit et des flancs de la vallée ou qu'il avait reçus, lors de son passage, des sommets qui le dominaient.

Il survint ensuite une nouvelle invasion glaciaire, pendant laquelle le glacier du Ceira poussa en avant et entraîna latéralement le dépôt alluvial de blocs et cailloux roulés de l'alluvion précédente, en les emportant à des points plus élévés, notamment au haut de Portella-de-Goes (406 mètres). Les glaces couvrirent alors la colline de Sacões et autres sommets voisins avec ce dépôt et avec les débris de quartzite de la crête antérieurement rasée. Cette invasion glaciaire qui, d'après la classification de M. de Lapparent, n'a pas embrassé une surface aussi étendue que l'invasion antérieure, est la dernière des temps quaternaires.

Les eaux diluviales ou du dégel, libres ensuite de tout sédiment, mais douées d'une grande force impulsive, balayèrent le sol et le dé-

[1] *Compte-rendu du Congrès préhistorique à Lisbonne en* 1880, p. 237.

nudèrent profondément, en donnant aux vallées les derniers contours de leur forme actuelle, où toutes les collines, soit de schistes, soit de grès ou de dépôt diluvial, présentent des formes arrondies.

Cette grande dénudation représente donc, selon nous, le dernier terme de l'époque glaciaire dans notre pays.

La preuve d'une dénudation fort étendue, postérieure à la formation de tous les dépôts glaciaires, et qui très probablement a clos la période quaternaire dans nos latitudes, consiste en ce que ces dépôts se présentent en lambeaux isolés, couvrant souvent les plateaux, sans que l'on en observe les moindres vestiges sur les coteaux ou dans les alentours; au contraire on y trouve à découvert les roches plus anciennes qui constituaient leur fondement, à savoir, les schistes cambriens et les grès crétaciques.

Avec la retraite définitive des glaces des régions basses commença une phase de froid sec et intense, correspondant au magdalénien ou âge du renne, durant lequel les cavernes ont été généralement habitées; toutefois cette phase n'est pas représentée dans notre pays, peut-être parce que la phase antérieure aurait eu une plus longue durée en deçà des Pyrénées.

En résumant, nous avons donc à consigner les phénomènes principaux suivants observés dans la vallée du Ceira et qui semblent caractériser l'époque glaciaire dans notre pays.

1° Grande extension glaciaire, durant laquelle se forma le dépôt morainique des environs d'Arganil et de Goes, et furent rasées quelques crêtes de quartzites, ce qui produisit un grand nombre de blocs erratiques, dont quelques-uns reçurent le poli et les stries caractéristiques de cette époque.

2° Retraite des glaces lors d'une période pluvieuse et tempérée, pendant laquelle se formèrent de grands torrents, qui charrièrent et roulèrent les blocs de quartzite en effaçant, sur la plupart, les stries et autres vestiges glaciaires.

3° Nouvelle invasion glaciaire probablement moins étendue que la première, et qui entraîna les blocs de la moraine frontale, en les emportant vers des points plus élevés que ceux qu'ils occupaient auparavant, les schistes qui formaient la paroi occidentale du lit du glacier du Ceira ayant été refoulés à Portella-de-Goes, peut-être par suite de la rencontre de ce glacier avec celui de l'Alva.

4° Retraite définitive des glaces sous l'influence d'un climat chaud et pluvieux, et formation de grands courants de dénudation, qui re-

creusèrent les vallées et donnèrent au sol sa configuration actuelle, ce phénomène marquant le terme de la période quaternaire.

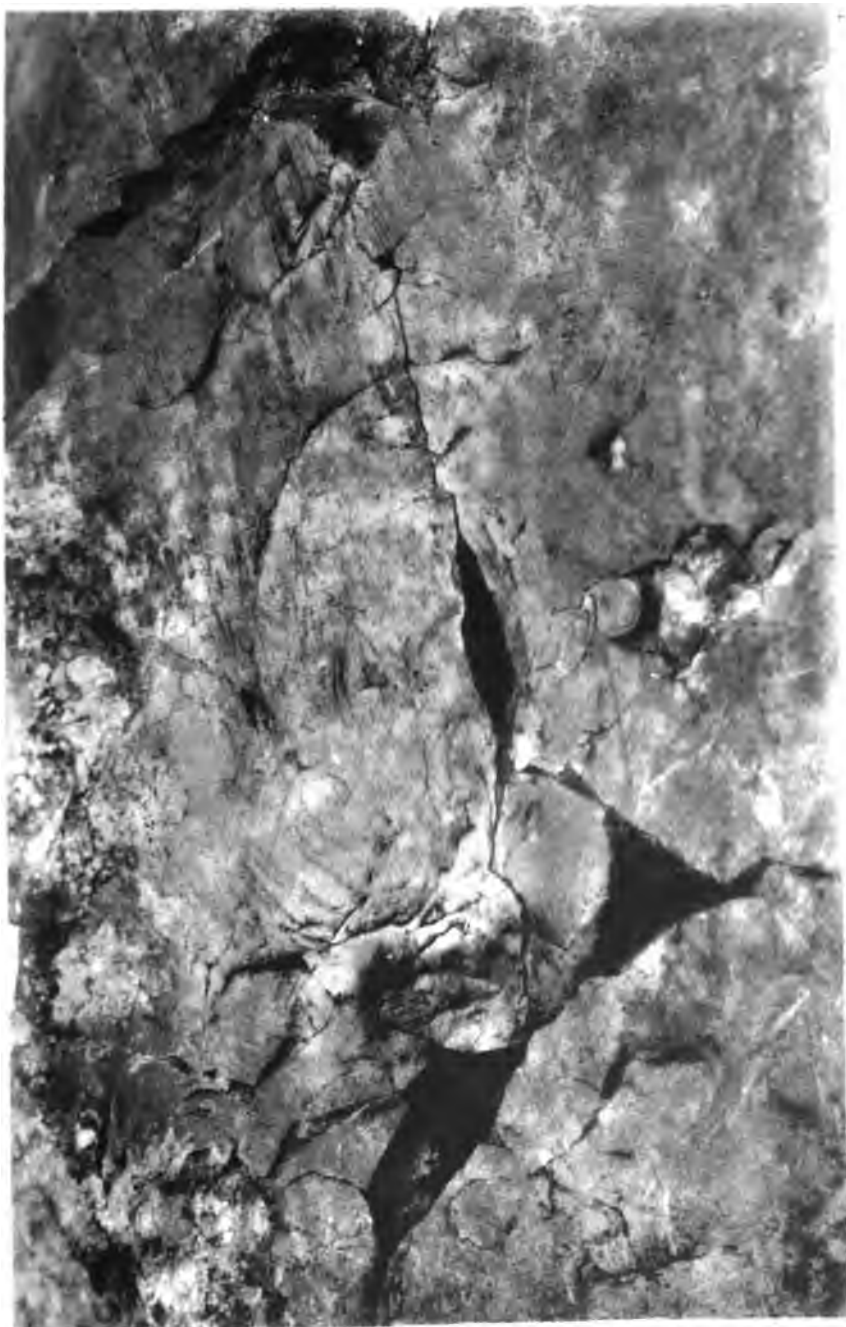
Ce qui précède est un exposé très sommaire, d'après les données recueillies jusqu'à présent, de la série des phénomènes géologiques qui s'accomplirent dans notre pays pendant la période qui précéda immédiatement l'ère actuelle. Nous ne pensons pas que ce tableau ne puisse s'élargir ou être modifié par suite de nouvelles observations, nous supposons cependant que dans ses traits généraux il doit être très près de la vérité.

CLICHÉ M. D. SANTOS. PHOTOTYP J. LEIPOLD.

Fig. 3

a

b

Fig. 2

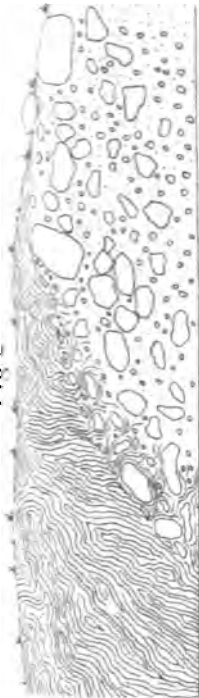



Fig. 4

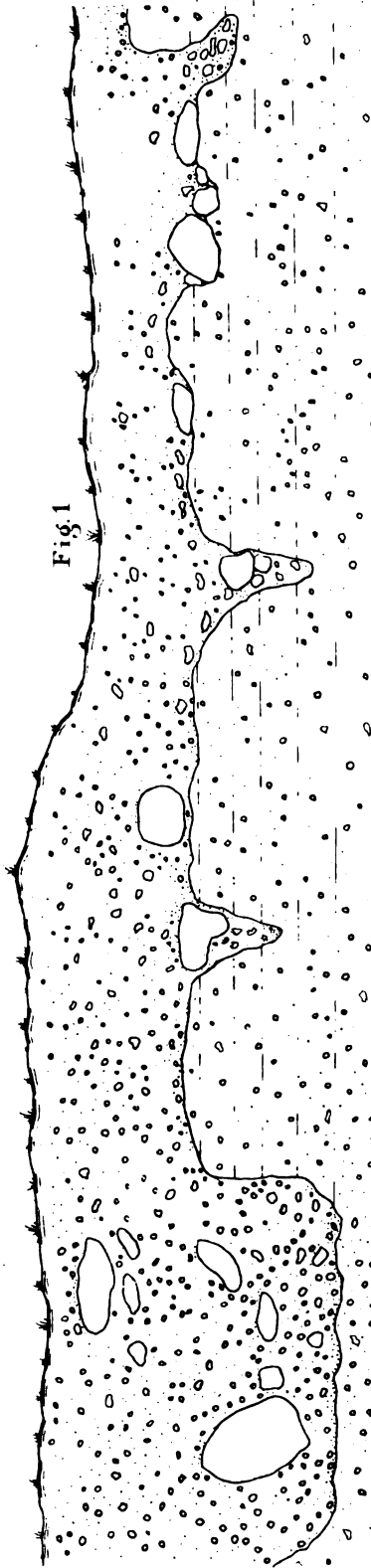
Fig. 1

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Partie de la surface d'un bloc de quartzite où l'on voit bien nettement des vestiges de striation glaciaire. Ce bloc était engagé dans le talus de la route de Goes à Varzea-Grande, il se trouvait à l'ouest de Quinta-da-Capella, 1500 mètres environ au nord de Goes. Reproduction en grandeur naturelle.

PLANCHE II

Fig. 1. Vue du talus de la route de Goes à Varzea-Grande à l'endroit où se trouvait le bloc strié dont une partie est figurée sur la planche I. Le bloc entier est le plus gros de ceux indiqués sur le côté gauche de la figure; il y est représenté dans la position qu'il occupait avant d'avoir été éclaté par le feu. Le grès du Bussaco forme le substratum du dépôt alluvial et il a été profondément raviné lors de la formation de ce dépôt.

Fig. 2. Vue du talus de la route de Goes à Louzã à l'endroit de Portella. On y voit le contact du dépôt alluvial ancien avec les schistes cambriens sous lesquels il paraît plonger.

Fig. 3. Vue du talus de la route d'Arganil à Folques prise à 1800 mètres à l'est d'Arganil. On y voit la superposition du dépôt alluvial au dépôt morainique les deux étant séparés par une discordance très prononcé.

Fig. 4. Vue du talus de la route de Goes à Louzã prise à 550 mètres à l'ouest de l'église de Goes. A la base du dépôt glaciaire renfermant de nombreux cailloux dont les plus gros sont dans le bas, il se trouve une masse schisteuse qui a subi une forte compression, de sorte que, à la partie extérieure, elle est réduite à une roche bréchiforme, renfermant, outre les fragments de schiste, de petits fragments anguleux de quartz, des cristaux d'orthose décomposés, et encore des grains de quartz et de très petits fragments du grès de Bussaco sous-jacent.

VII

COUP D'ŒIL

SUR LA

GÉOLOGIE DE LA PROVINCE D'ANGOLA[1]

PAR

PAUL CHOFFAT

Il est acquis depuis un certain nombre d'années que la partie du continent africain, située au sud de la région saharienne, est constituée par une charpente de roches antérieures au système carbonique, fortement plissées, et recouvertes par des strates plus récentes, à peu près horizontales.

A l'est et à l'ouest, ces terrains anciens forment des massifs plus ou moins élevés, entre lesquels se trouve une vaste surface constituée par des grès et des conglomérats appartenant très probablement à la *formation de Karoo*, laquelle correspond en grand aux systèmes carbonique, permique et triasique des autres continents, ou du moins aux deux derniers, tandis que les dépôts mésozoïques et caïnozoïques ne se trouvent qu'entre l'Océan et le pied des chaînes de terrains anciens.

*

* *

Les terrains anciens se divisent naturellement en deux complexes: les *terrains anciens métamorphiques*, et les *terrains anciens non métamorphiques*. M. Cornet[2] en donne pour le Haut-Congo une classifica-

[1] Reproduit du *Portugal em Africa*, n.° de juillet 1895.

[2] *Die geologischen Ergebnisse der Katanga-Expedition* (Petermanns Mitteilungen, 1894).—*Les formations post-primaires du bassin du Congo* (Société géologique de Belgique, 1894).—*Les gisements métallifères du Katanga* (Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut, 1894).

tion détaillée, basée sur les caractères pétrographiques et la superposition, mais M. Dupont[1] est le seul qui y ait rencontré des fossiles. Ce sont des calcaires coralligènes, paraissant appartenir au *Dévonique*, ce qui permet de dire que le métamorphisme général n'a pas affecté ce système.

Les terrains anciens ne se trouvent pas seulement dans les massifs qui bordent le plateau à l'est et à l'ouest, ils affleurent aussi à l'intérieur, lorsque le manteau de grès a été suffisamment érodé, et vers le sud, ils forment des montagnes qui, avec les chaînes latérales, *entourent le bassin du Congo.*

D'après une théorie émise par MM. Dupont et Cornet, cette séparation existait déjà lorsque les grès se déposaient dans ce bassin. Ces grès peuvent bien être comparés en grand à la *formation de Karoo*, mais ils ne présentent pas les différentes subdivisions reconnues dans l'Afrique australe. Les deux explorateurs précités n'y distinguent que deux divisions: le système de *Kundelungu*, formé par des psammites et des grès à grain fin, recouvert en discordance par le système de *Lubilache*, formé par des arkoses et des conglomérats blancs, friables.

Les fossiles sont extrêmement rares dans les grès du bassin du Congo; on n'y connaît encore qu'un exemplaire de mollusque, rappelant les Ampullaires, tandis qu'au sud des chaînes de terrains anciens, les grès de Karoo présentent une flore et une faune fort riches.

M. Barrat[2] ne concorde pas avec cette théorie; il démontre que la géologie de l'Afrique équatoriale est beaucoup plus compliquée que l'on ne l'a admis et qu'en général la prétendue chaîne côtière de schistes anciens a été autrefois recouverte par les mêmes grès qui se trouvent à l'intérieur. Les passages suivants caractérisent sa manière de voir:

«Ainsi le bassin du Congo est entouré d'une ligne discontinue de massifs anciens, tantôt peu apparents au milieu des grès, tantôt dépassant de beaucoup leur niveau» (pag. 470).

«Nous n'envisageons pas l'Afrique comme une vaste cuvette entourée d'une barrière de terrains anciens, mais comme un plateau, uniformément émergé après le Trias, et dont les parties qui n'étaient pas soutenues par l'ossature des terrains cristallins se sont depuis légèrement affaissées» (pag. 441).

La différence est plus apparente que réelle, car les deux théories admettent que les matériaux des grès et des conglomérats proviennent

[1] *Lettres sur le Congo*. Paris, 1889.

[2] *Sur la géologie du Congo français*. (*Annales des mines*, tom. VII, 1895).

de l'ancien continent reliant le Brésil, l'Afrique australe et le sud de l'Inde, hypothèse émise par M. Suess.

Pour M. Barrat, «la zone équatoriale de l'Afrique devait se présenter à l'ère permo-triasique comme une région continentale peu élevée, et très-découpée de bras de mer, d'estuaires et de lagunes, et que de très petites oscillations suffisaient à émerger ou à submerger presque entièrement. Ces alternances devaient être assez fréquentes pour que le milieu fût peu favorable à la vie dans l'un et dans l'autre règne. Sur le pourtour du bassin actuel du Congo s'élevaient des terres plus stables, qui envoyaient vers le centre la masse énorme de leurs sédiments quartzeux» (pag. 487).

*
*   *

Cette distinction du bassin du Congo est donc un fait capital pour la géologie de l'Afrique, et elle est fort importante pour la province d'Angola, qui se divise en quatre régions naturelles:

1° Une partie de la région de grès formant le bassin du Congo;

2° Une partie de la région de grès située au sud de ce bassin;

3° Une partie de la bande schisteuse de l'ouest de l'Afrique;

4° Les régions basses, entre cette bande et l'Océan.

En réalité, la constitution n'est pas aussi simple, car la région comprenant Ambaca, Pungo-Andongo et Malange ne fait pas partie du bassin du Congo et est aussi formée par les grès de Karoo, quoiqu'elle soit à l'est de la bande occidentale de roches cristallines, laquelle est comprise entre Zenza-do-Golungo et Ambaca.

Ce fait contradictoire à la théorie de MM. Dupont et Cornet est d'autant plus curieux que les grès de cette région sont fossilifères. Livingstone a signalé un tronc d'arbre fossile dans les grès de Pungo-Andongo et le musée colonial de Lisbonne, actuellement réuni aux collections de la Société de Géographie, possède deux troncs d'arbres ayant Cazengo comme indication de provenance; cette localité se trouve à 90 kilomètres au nord-ouest de Pungo-Andongo. Si l'indication est juste, il s'agirait probablement d'un lambeau de grès conservé au milieu de la chaîne de terrains anciens.

Ici le plateau de grès a une altitude supérieure à celle de la prétendue chaîne côtière, ce qui est aussi le cas plus au nord, ainsi que M. Barrat l'a fait remarquer.

Deux coupes allant de l'Océan vers l'intérieur ont été parcourues

par plusieurs explorateurs; ce sont les parties inférieures et moyennes du cours du Zaïre et la région entre Loanda et Malange, dont Welwitsch[1] a dressé un profil graphique. Un autre profil du même auteur comprend la région située entre Mossamedes et Huilla.

On connaît donc trois coupes parallèles, mais les régions comprises entre deux sont pour ainsi dire inconnues géologiquement, sauf le littoral, qui a été visité par de nombreux explorateurs nationaux et étrangers, pourtant les points observés sont encore fort distants les uns des autres. Parmi ces explorateurs, nous citerons en particulier J. J. Monteiro[2] et José d'Anchieta[3].

Il n'est pas possible de parler ici de tous les explorateurs qui ont fourni des documents pour la connaissance de la géologie de la province, soit par leurs écrits, soit par la récolte de quelques échantillons, mais on trouvera l'exposition et la coordination de tous ces faits jusqu'à 1888 dans la première partie des *Matériaux pour l'étude stratigraphique et paléontologique de la province d'Angola*[4], par P. Choffat et P. de Loriol.

Roches anciennes.—Sous le nom de *gneiss*, la plupart des observateurs ont confondu des roches schisteuses métamorphiques, plus récentes. D'après M. Cornet, le gneiss n'existe pas sur le pourtour du bassin du Haut-Congo, et M. Barrat[5] qualifie de «schistes micacés et amphiboliques à faux aspect de gneiss» les roches signalées sous ce dernier nom par M. Dupont; il met même en doute l'existence de roches archaïques au Congo.

Dans ses *roches anciennes métamorphiques*, M. Cornet mentionne

[1] Le botaniste autrichien Dr. Fr. Welwitsch passa les années de 1853 à 1861 dans la province d'Angola, chargé d'une mission scientifique par le gouvernement portugais. Le résumé de ses observations géologiques est consigné par M. Morelet dans son introduction à la *Description des mollusques tertiaires et fluviatiles de la province d'Angola*. Des notes éparses ont été publiées après sa mort dans le 2e volume des «Communicações da Commissão dos trabalhos geologicos de Portugal» sous le titre de: *Dr. Welwitsch. Quelques notes sur la géologie d'Angola, coordonnées et annotées par Paul Choffat*. 1888.

[2] *Angola and the river Congo*. 2 vol. London, 1875.

[3] *Traços geologicos da Africa occidental portugueza*. Bengnella, 1885, reproduit dans le *Boletim da Sociedade de Geographia de Lisboa*, 5.a serie.

[4] *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, t. xxx. 1888. Tirés à part chez H. Georg, libraire à Genève.

[5] *Sur la géologie du Congo français*. Comptes-rendus de l'Académie des secinces de Paris, 29 octobre 1894.

des quartzites, divers micaschistes, dont une variété se rapprocherait de l'itacolumite, des phyllades, des jaspes, du calcaire blanc saccharoïde, etc.

Les *terrains anciens non métamorphiques* sont principalement constitués par des schistes de différentes natures, ayant parfois des veinules d'anthracite, des quartzites, des grès et des arkoses passant à des conglomérats, du calcaire et des dolomies.

Comme roches *éruptives anciennes*, M. Cornet cite dans le Haut-Congo des granites, des pegmatites, des diorites, des syénites, du gabbro, de la diabase, etc.

Grès horizontaux.—Nous avons déjà vu les traits caractéristiques des grès de Karoo dans le bassin du Congo; nous avons aussi vu qu'ils existent dans la région de Pungo-Andongo, d'où ils sont bien connus par les rochers curieux formés par leurs conglomérats.

Des grès sont aussi signalés dans la bande schisteuse, mais ce sont probablement des grès paléozoïques qui ont pris part aux plissements du sol, et non pas les grès de Karoo, sensiblement horizontaux.

Ces derniers se retrouvent incontestablement au pied occidental de la bande schisteuse. Entre Cambambe et Dondo, ils contiennent quelques vestiges de charbon.

C'est peut-être à la même formation qu'il faut rattacher des grès beaucoup plus rapprochés de la côte, et que j'ai mentionnés sous le nom de *grès bitumineux* et de *grès de Dombe;* cependant les documents font défaut pour pouvoir les classer avec certitude, et il n'est pas démontré qu'ils ne sont pas crétaciques.

Les grès bitumineux se trouvent à Libungo; Welwitsch en a rapporté un échantillon contenant de petits fossiles indéterminables, paraissant appartenir à des mollusques lacustres ou saumâtres.

Les grès du Dombe, au sud de Benguella, sont rouges ou bigarrés; ils contiennent du soufre, du gypse et des minerais de cuivre.

Crétacique.—Les grès du Dombe sont recouverts par les calcaires crétaciques, dont la faune est bien connue grâce aux récoltes de Lourenço Malheiro, dont les Echinodermes ont été décrits par M. de Loriol, et les autres fossiles par l'auteur de ces lignes (*Matériaux*, etc.). Quelques fossiles provenant de la baie de Lobito ont été décrits par M. Stanislas Meunier. [1]

Les strates les plus inférieures se rattachent aux couches de transition entre l'Albien et le Cénomanien, auxquelles on a donné le nom

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, 1887, vol. XVI.

de Vraconnien. Le Cénomanien proprement dit y est aussi représenté, ainsi que d'autres couches plus récentes, mais dont les récoltes de M. Malheiro ne permettent pas de fixer l'âge. Elles comprennent sans doute le Turonien, dont la présence vient d'être démontrée, par M. Barrat, à Libreville près de l'Équateur.

Pour le moment, l'extension du Crétacique dans la province est prouvée depuis Great-Fish-Bay jusqu'au Dande, mais il s'étend ou s'étendait incontestablement jusqu'au nord de l'Équateur.

Ces dépôts ont un intérêt tout spécial au point de vue de la géographie de l'époque crétacique, car ils présentent la même faune que les dépôts de même âge de la région méditerranéenne et du sud de l'Inde, ce qui n'est pas le cas pour ceux du nord de l'Inde. Ils nous montrent donc que la communication entre l'Inde méridionale et l'Europe avait lieu en contournant l'Afrique.

Tertiaire.— Des affleurements de roches tertiaires ont été reconnus depuis l'Équateur jusqu'au cap Negro, au sud de Mossamedes. Rien n'autorise à admettre la présence de l'Eocène, mais celle du Miocène est incontestable.

A Loanda, il est formé par des sables contenant des bancs de molasse avec nombreux moules de grands Lamellibranches. Des échantillons de molasse analogue proviennent de Mossamedes, et plus au sud, des rives du Coroca.

De Dombe-Grande, on connaît un calcaire dur, oolitique, avec *Strombus*, et des marnes feuilletées, à nombreux *foraminifères*, qui d'après une étude de M. Schlumberger[1] sont incontestablement miocènes.

Des vertébrés ont été signalés à Landana et à l'embouchure du Lifune (Dande), mais ne sont que des débris indéterminables.

Des arbres fossiles, peut-être plus récents que le Miocène, ont été signalés par Welwitsch au bord de la mer, près de Loanda. La Société de Géographie de Lisbonne possède des débris d'arbres fossiles provenant de Landana; il se peut qu'ils soient aussi tertiaires.

Roches éruptives modernes.—Des roches éruptives sont mentionnées par divers auteurs sous le nom de *basalte* et de *trapp*, mais il n'est pas facile de se rendre compte de la roche comprise sous cette dernière dénomination.

[1] *Notice sur des foraminifères fossiles de la province d'Angola* (Bulletin de la Société géologique de France, t. XVI, 1888; traduction en portugais dans le 2e volume des Communicações, etc., pag. 125).

Des échantillons de Dombe-Grande ont été étudiés par M. J. P. Gomes, qui a reconnu du basalte néphélinique et de la liparite; là se bornent les données positives sur les roches du littoral. Il y aurait peut-être á ajouter la phonolite, signalée dans les parties méridionales du bassin de Lualaba par MM. Capello et Ivens, mais dont la présence dans ces parages est contestée par M. Cornet. Il est probable qu'il y a eu confusion d'étiquettes et que l'échantillon provenait du littoral.

D'après Monteiro, l'aspect principal, vu de la mer, entre Mossamedes et Benguella, consiste en collines aplaties (mesas) composées de basalte, et ayant une hauteur de 200 à 300 pieds. Il y signale aussi le trapp qui, en outre, se trouverait dans la contrée d'Icolo et Bengo et dans celle de Zenza. Le même auteur cite le trachyte et d'autres roches volcaniques dans le *concelho* du Duque-de-Bragança.

Le dr. Höpfner signale aussi le basalte au nord de Mossamedes (S. Nicolau).

Les *dépôts détritiques superficiels* du bassin du Congo appartiennent à trois catégories:

1° Des terres argileuses arénacées, généralement colorées en gris, en jaune ou en rouge brique, provenant de l'altération sur place.

2° Des roches analogues, contenant des lits de cailloux roulés et par conséquent franchement alluviennes, quoiqu'on les ait souvent comparées à la latérite de l'Inde.

3° Les alluvions du fond des vallées, dont les dépôts sont encore en partie en voie de formation.

Il est probable que ces trois catégories de roches se trouvent aussi sur le versant océanien. On y remarque en plus des *coquilles marines actuelles*, signalées en différents points, depuis l'embouchure du Congo, où elles atteignent l'altitude de 200 mètres, jusqu'à Mossamedes où elles ont été observées à 160 mètres. Entre Dondo et Lucalla, elles se trouvent à plus de 130 kilomètres de la côte.

Un autre fossile de la région sub-littorale est le *copal*, que l'on extrait de la terre à une profondeur relativement faible, depuis l'embouchure du Congo jusqu'au Cunène. Il résulte des observations de Welwitsch que les arbres produisant cette résine n'existent plus actuellement en Angola. D'après les collections de la Société de Géographie de Lisbonne, le copal ne serait pas limité à la zone sub-littorale, car des bocaux portent Golungo-Alto et Duque-de-Bragança comme lieu de provenance.

Minerais.— Jusqu'à ce jour, la province d'Angola ne s'est pas

montrée riche en minerais exploitables, mais ce ne sont que des études géologiques menées méthodiquement qui pourront guider le mineur et faire connaître si la contrée mérite ou non des sacrifices pécuniaires dans cette direction.

L'*or* est signalé dans les *concelhos* de Golungo-Alto, Quillengues, Caconda et Huilla. C'est à la première contrée qu'appartiennent les gisements du Lombige, qui ont donné naissance à plusieurs compagnies, n'ayant jamais enrichi que les lanceurs d'actions.

L'*argent* existerait dans la Jinga, sur la rive gauche du Lucalla et peut-être dans le Cambambe.

Tandis que ce sont les schistes métamorphiques qui renferment la plupart des gisements de *cuivre* du Haut-Congo, ceux d'Angola se trouvent presque tous dans les grès de Dombe, mais d'après Monteiro ce sont des minerais remaniés et il est probable que les schistes constituaient aussi leurs gîtes primitifs.

Le *plomb* existe dans le district de Mossamedes.

Le *fer* est abondant, à l'état de magnétite, d'oligiste et de limonite, aussi bien dans le Haut-Congo que dans le reste de la province.

Des vestiges de *houille* ont été signalés en différents points, mais il ne semble pas qu'ils aient donné lieu à des recherches sérieuses.

Welwitsch a signalé des *sources salées* sourdant à l'est de Mossamedes, au pied de la chaîne de terrains anciens; un autre exemple de sources salées sourdant des terrains métamorphiques est signalé par M. Cornet dans le sud du bassin du Congo. Des marais d'où l'on retire du sel sont connus dans différentes régions, aussi bien dans les grès que dans les terrains schisteux. Les données sont contradictoires quant à l'exploitation de Quissama, mais il paraît probable qu'il s'agit d'un gisement de sel en roche.

Enfin, c'est aussi le cas de mentionner la présence de sources thermales et de sources minérales, dont quelques-unes paraissent être exploitées.

VIII

NOTICE SUR UNE ALGUE PALÉOZOÏQUE

PAR

WENCESLAU DE LIMA

Le monde végétal des premiers âges de notre globe est peu connu; ce qui n'est pas surprenant, puisque, selon toute probabilité, les plus anciens êtres végétaux ont dû appartenir à la grande division des thallophytes, plantes cellulaires, peu aptes à laisser des vestiges de leur passage sur la terre.

En Portugal, le système des phyllades primitifs, assises crystallophylliennes ou système archaïque, présente un grand développement. Sur ces phyllades reposent de puissantes couches de schistes et grauwackes à structure nettement sédimentaire, que le Comité portugais pour l'unification de la nomenclature géologique avait jugé, il y a longtemps, devoir grouper en un système distinct, «Système comprenant des roches précambriennes d'origine sédimentaire» [1]. On en a pensé autrement dans les congrès géologiques de Berlin et de Londres, et ces puissantes couches, réunies avec celles de la faune primordiale de Barrande, constituèrent le Cambrique. Plus récemment, toutefois, des géologues des plus renommés, parmi eux MM. Munier-Chalmas et de Lapparent ont érigé en système, sous la désignation de *Précambrien* [2] ce groupe de couches qui a un si grand développement dans notre pays.

Dans un niveau supérieur à ce système et inférieur au Silurique proprement dit, on rencontre en Portugal, entre Villa-Boim et Elvas,

[1] *Communicações da Commissão Geologica*, tom. I, p. 149.

[2] De Lapparent. *Traité de Géologie*, III.e édit., p. 737.

Munier Chalmas et de Lapparent. *Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires*, in *Bull. de la Soc. Géol. de France*, t. XXI, p. 438.

un groupe de calcaires et schistes dernièrement étudiés par notre directeur M. Delgado.

M. Delgado, s'appuyant sur des arguments pétrographiques et stratigraphiques croit que ce groupe est contemporain des couches de Cazalla de la Sierra en Espagne. Ces couches caractérisées par l'*Archaecyathus marianus* et considérées par les géologues espagnols comme contemporaines des calcaires à *Paradoxides* de Bohême, appartiennent au Cambrique, c'est-à-dire au système caractérisé par la faune primordiale de la Bohême.

M. Delgado a rencontré dans un tuf diabasique [1] interstratifié dans les calcaires de ce groupe, les organismes végétaux auxquels il se rapporte dans ses *Contributions à l'étude des terrains anciens du Portugal*, qu'il a bien voulu nous communiquer, et que nous allons décrire.

Selon toutes les probabilités ces restes organiques représentent une algue, que les cendres des éruptions diabasiques, dans un rapide procédé de stratification, auraient surprise en pleine vie, permettant ainsi la conservation d'un vestige indubitable de l'ancien monde végétal des mers où vécurent les primitifs *Paradoxides*.

L'existence de ces vestiges organiques dans un tuf à texture cristalline et où il se manifeste à peine quelque fissilité suivant les plans où l'interposition des organismes a diminué la résistance de la roche, éloigne sur-le-champ les arguments de doute avec lesquels on accueille d'ordinaire dans le monde scientifique les discutés vestiges des êtres primitifs, à savoir: accidents de stratification, traces d'animaux, etc. Comme la roche qui contient ces fossiles est un tuf éruptif, de telles objections ne trouvent que peu ou point de place. Dans nos échantillons la fossilisation s'est opérée, non en demi-relief, ce qui ne pouvait pas avoir eu lieu vu l'absence de lits gréseux et argileux, mais bien en plein moulage dans l'intérieur de la roche, et tellement que dans plusieurs cas il est possible de détacher le cylindre central et obtenir ainsi le moule et l'empreinte complets (pl. I, fig. 1 à 3, cylindres détachés). L'irrégularité des filaments et des houppes des extrémités ne s'accordent nullement avec l'interprétation des traces.

Les caractères morphologiques externes de cet organisme, en tant que l'on peut les reconnaître, le rangent dans le règne végétal, avec beaucoup de probabilité parmi les algues. Le facies est exacte-

[1] La détermination de cette roche a été faite par M. Bensaude, qui l'a étudiée au point de vue pétrographique.

ment celui du *Cladostephus spongiosus*, dont il semblerait un prédécesseur gigantesque. Il pourrait bien être une algue approchant des *Palæochorda*, réunie à une autre filamenteuse vivant sur celle-là par épiphytie, comme cela a lieu avec les *Myriatrichia* actuels. Ce serait donc une symbiose du genre de celles que l'on observe actuellement, constituées par *Myriotrichia* vivant sur des algues du groupe des Laminaires: *Myriotrichia filiformis* sur *Chorda lomentaria*, par exemple. L'irrégularité dans la distribution des filaments rend cette hypothèse la plus probable. On comprendra que l'on ne peut rien affirmer là-dessus d'une manière tant soit peu certaine, parce que les appareils de fructification n'ayant été conservés, aucune conclusion assez sûre ne pourra être déduite au sujet de sa place taxonomique parmi les algues. Sans aller plus loin dans le chemin des hypothèses nous désignerons les restes organiques rencontrés par M. Delgado près d'Elvas sous le nom de

HELVIENSIA DELGADOI

Algue de fortes dimensions constituée par un thalle simple ou ramifié par dichotomie garni aux extrémités de filaments fins, longs du double de la largeur du thalle, ou encore plus longs. Le thalle étant constitué par un tissu cellulaire, pas très résistant, s'est aplati, donnant des moules avec une section elliptique dont le grand diamètre varie de 7 mm. à 8 cent. Les filaments devraient être plus nombreux et plus persistants aux extrémités des thalles, qui se dégarnissaient à la partie inférieure, où l'on voit nombre de petites fossettes irrégulièrement parsemées, marques de filaments disparus. Dans les moulages les filaments se montrent des deux côtés du thalle comme les barbes d'une plume. Tout à fait au sommet ils le garnissent tout autour formant une houppe.

L'irrégularité dans la distribution des filaments et son mode de groupement nous rattache plutôt à l'hypothèse de symbiose, à laquelle nous nous avons déjà rapporté, le thalle principal pourrant être rapporté au groupe des *Palæochorda*. N'insistant point sur cette interprétation, vu l'absence de caractères qui permettent de déterminer les vraies relations phyllogénétiques de cet organisme, qui ne peut pas rentrer dans aucun des genres actuels ou disparus, nous le désignerons *Helviensia*, nom derivé de celui de la ville près de laquelle il a été obtenu par M. Delgado, à qui nous dédions l'espèce.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Fig. 1, 1 *a* et 2 appartiennent à un même exemplaire. Fig. 1 et 2 réprésentent deux empreintes extérieures d'une même portion du thalle. Les deux parties superposées donneraient une matrice creuse. C'est dans cette matrice que, après disparation de l'algue, s'est écoulée la matière du tuf dans un état d'agrégation différent, ce qui a permis de détacher le moule interne, à section elliptique, (vu de profil sur fig. 1 *a*) de toute l'empreinte externe représentée sur 1 et 2.

Fig. 3, 3 *a* et 3 *b* appartiennent à un autre exemplaire. Même procédé de fossilisation.

Fig. 3 reproduit le demi-creux. Fig. 3 *a* le demi-relief, excepté à la partie inférieure, en demi-creux. Fig. 3 *b* représente, vu de face, une portion de ce même thalle remplissant, en partie, le creux formé par la superposition de 3 sur 3 *a*.

PLANCHE II

Des parties d'algues approchant les sommets. On voit des filaments de l'un et l'autre côté du thalle, et celui-ci qui s'épaissit et se recouvre de filaments plus nombreux du côté des sommités.

Fig. 1 et 1 *a* appartiennent à un même bout. Fig. 1 *a* presque toute un demi-relief, excepté à la partie supérieure où le moule s'est cassé, restant adhérant à l'autre portion d'empreinte reproduite sur fig. 1. L'exemplaire reproduit par celle-ci est tout en creux, excepté à la partie supérieure où le moule est resté adhérant, formant demi-bosse.

Fig. 2 et 3 représentent une autre extrémité d'algue. Fig. 3 reproduit le demi-relief, excepté à la partie inférieure. Fig. 2 le demi-creux.

PLANCHE III

Extrémités de thalles dichotomes et bien garnis de filaments dans tout son pourtour, formant des houppes.

Fig. 1 demi-creux. Fig. 1 *a* demi-relief d'un même bout.

Fig. 2 et 2 *a* reproduisent un autre bout. Sur l'une et l'autre de ces empreintes mi-partie est en demi-relief, mi-partie en demi-creux, comme l'on voit très bien sur

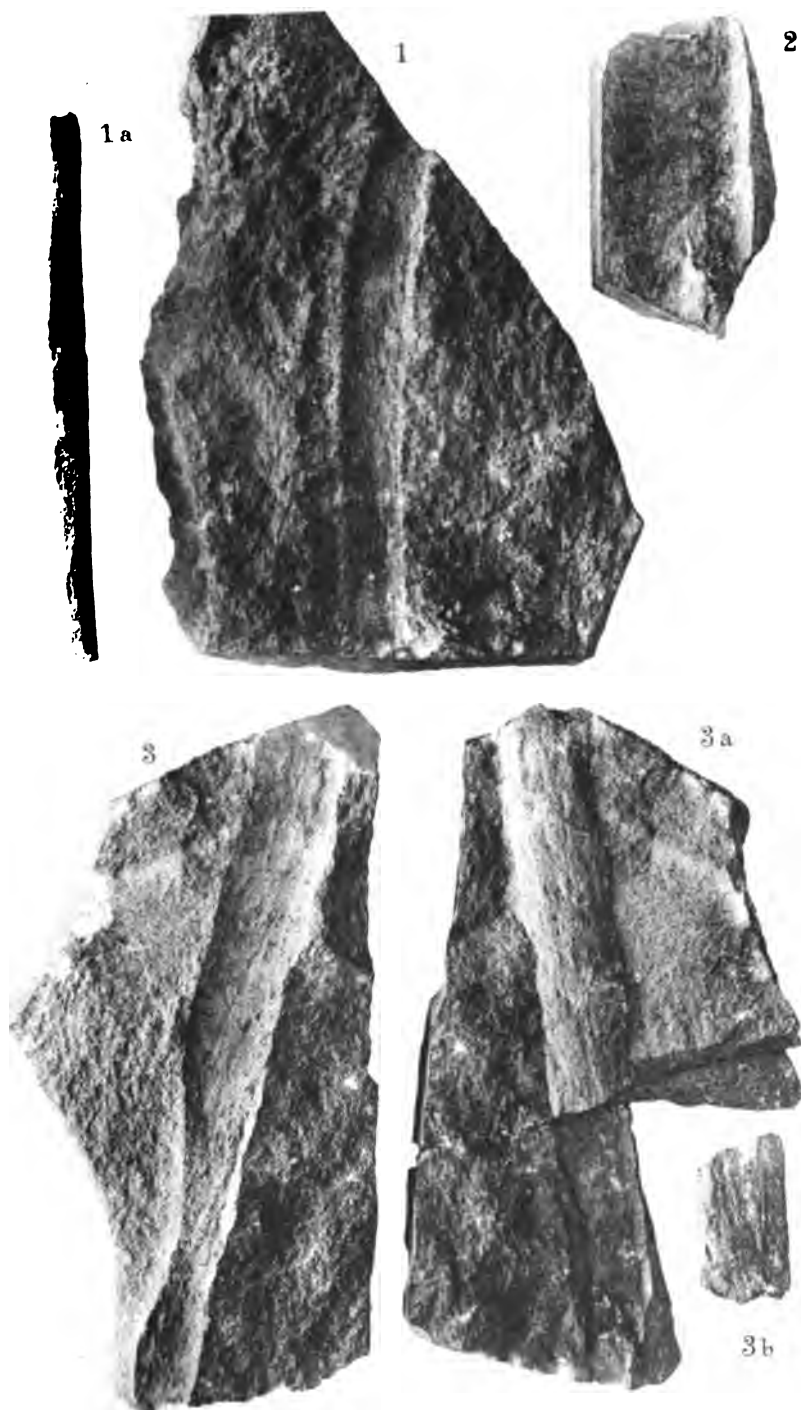
les figures. Sur 2*a* la partie supérieure bifurqué est en demi-relief; et la partie inférieure (thalle simple) est en demi-creux. Sur l'exemplaire de fig. 2 c'est tout le contraire; et l'on peut apercevoir aussi la section elliptique du thalle simple au commencement de la bifurcation.

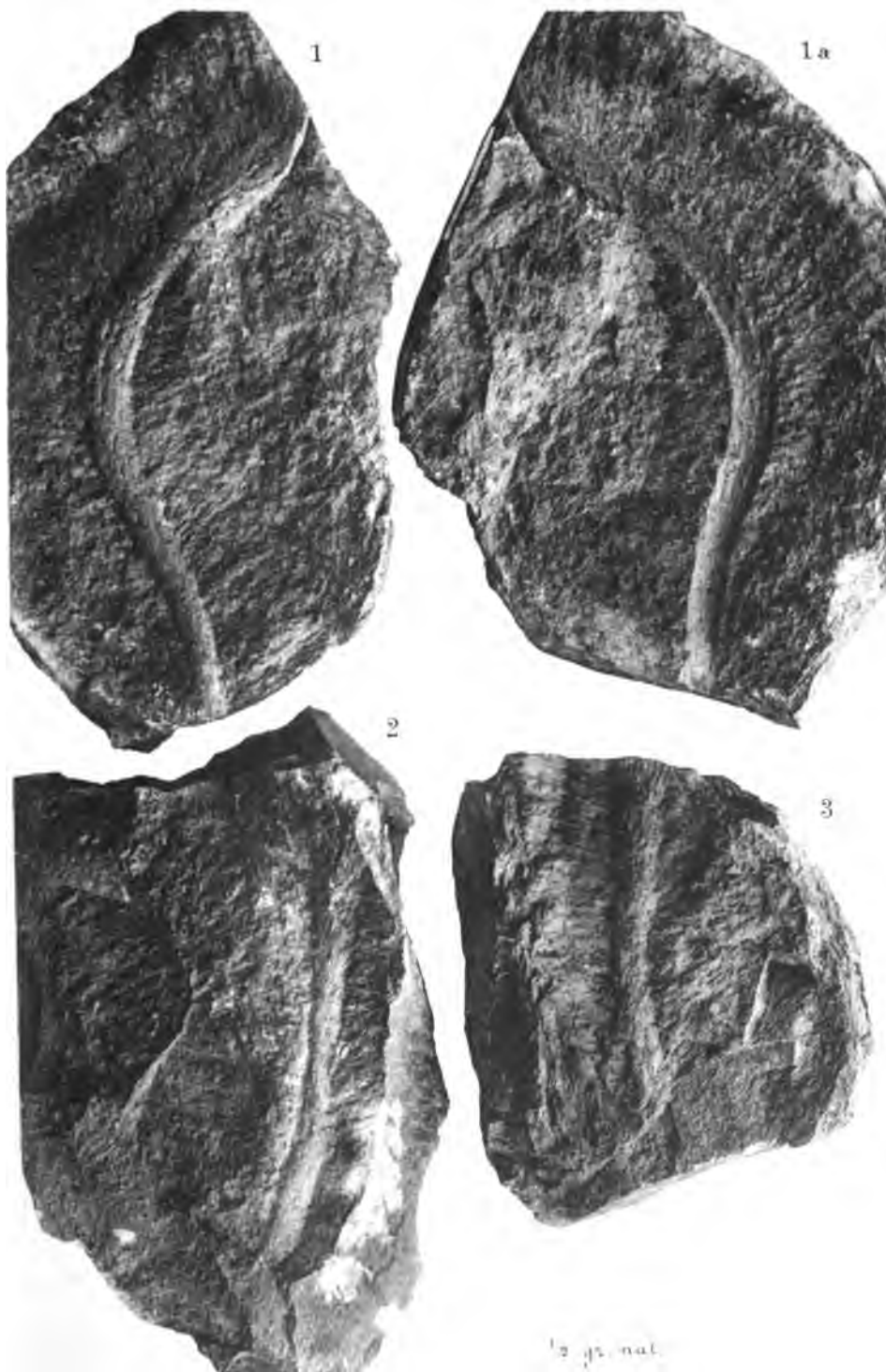
PLANCHE IV

Portion de thalle d'un exemplaire de fortes dimensions.

Fig. 1 reproduit le demi-creux. Fig. 1*a*, le demi-relief. Sur fig. 1 on voit très bien les filaments du coté gauche de la figure.

W. de Lima

Pl. I.

⅔ gr. nat.

Cliché Mo. P. Santos.

Phototyp. J. Leipold.

Cliché M. D. Santos. Phototyp. J. Leipold.

W. de Lima

Pl. III.

⅔ gr. nat.

Cliché M. D. Santos

Phototyp. J. Leipold

½ gr. nat.

Cliché M. D. Santos. Phototyp. J. Leipold.

IX

SUR L'EXISTENCE DE LA FAUNE PRIMORDIALE

DANS LE

ALTO ALEMTEJO

PAR

J. F. Nery Delgado

Comme supplément à la note que nous avons publié dans le tome précédent de cette publication[1] relativement à la découverte de l'algue fossile décrite par M. W. de Lima dans les pages antérieures, laquelle a été trouvée au nord d'Elvas dans un tuf diabasique subordonné aux calcaires paléozoïques, nous pouvons maintenant ajouter que, dans un niveau immédiatement inférieur à ces calcaires, ont été récemment découverts près de Villa-Boim (10 kilomètres à l'ouest d'Elvas) des débris de Trilobites tout à fait distincts de ceux qui ont été rencontrés dans le système silurique de la Péninsule. Ces Trilobites appartiennent vraisembablement à la faune primordiale, représentée toutefois ici avec des caractères entièrement différents de ceux qu'elle montre dans les divers points où elle a été découverte en Espagne, par contre semblables à ceux de la faune primordiale des régions paléozoïques du nord de l'Europe et de l'Amérique.

Cette nouvelle découverte vient donc confirmer la classification que nous avions faite des calcaires mentionnés dans l'étage supérieur du système cambrique, en même temps qu'elle les rapproche des calcaires de Cazalla de la Sierra dans la province de Séville, où M. Macpherson a trouvé l'exemplaire bien connu d'*Archaeocyathus marianus*.

Cette liaison de la mer cambrienne du sud de la Péninsule avec

[1] *Sur la découverte de fossiles cambriens dans le Alto Alemtejo*, in *Communicações dos trabalhos geologicos de Portugal*, t. II, fasc. II, p. 221.

celle de la zone paléozoïque du nord de l'Europe paraît du reste avoir subsisté presque jusqu'au terme de l'ère paléozoïque. Le feu professeur Ferd. Rœmer de Breslau avait déjà noté que les roches et les fossiles du Culm de la province de Huelva et du sud de l'Alemtejo ont de si profondes analogies avec ceux du Hartz que, en mêlant des échantillons des deux provenances, il serait impossible de les distinguer[1].

La tache de calcaires se développant entre Villa-Boim et Elvas a un contour très irrégulier; elle s'étend de Villa-Boim vers le nord formant une bande étroite, qui n'a que 200 mètres environ de largeur près de son extrémité et se trouve entourée de quartzites, qui sont immédiatement sous-jacents aux calcaires.

Cette répétition des quartzites de l'un et de l'autre côté du promontoire formé par les calcaires, lequel s'élargissant vers le sud fait partie de la grande tache calcaire de Villa-Boim, les quartzites occupant par contre une baie profonde entourée par les calcaires à l'est, au sud et à l'ouest, et en outre la concordance visible des couches les unes avec les autres, prouvent suffisamment à notre avis que les calcaires ont obéi, simultanément avec les quartzites, à un même plissement, d'où il s'ensuit que les mêmes strates doivent se montrer en plusieurs endroits de la contrée.

Ce plissement des couches paléozoïques s'est opéré contre le massif archéen du centre de l'Alemtejo, car en effet, abstraction faite de la large bande silurienne qui traverse cette province du sud au nord du côté de la frontière, la succession stratigraphique de l'est vers l'ouest est descendante, c'est-à-dire que, suivant cette direction, on coupe en général des strates successivement plus anciennes.

Le *monte* (ferme) de Villa-Fernando, situé à 8 kilomètres au N.-N.O. de Villa-Boim, se trouve précisément sur la ligne de contact des calcaires avec les quartzites, qui forment une assise très puissante, présentant près du toit une strate, ou plutôt une masse lenticulaire de schiste dur gris foncé, d'une épaisseur très variable, et même disparaissant en quelques endroits. On a suivi cette masse vers le sud sur une longueur de 10 kilomètres environ, c'est-à-dire jusqu'à 1800 mètres au S.-S.O. de l'église de Villa-Boim.

Ce fut dans ce schiste que l'on a découvert en divers points des restes de Trilobites tous appartenant à des espèces de petite taille et représentés principalement par des glabelles et des fragments isolés

[1] *Zeitschr. d. dtsch. geol. Gessellschaft*, XXVIII Bd., 1876, p. 355.

de la tête et du thorax, les exemplaires entiers étant très rares et malheureusement comptant parmi les plus imparfaits.

Cette couche de schiste traverse la route royale de Lisbonne à Elvas à 1300 mètres au N. magnétique (N. 17° O.) du *monte* de Cavalleira, ou 1 kilomètre à l'ouest de l'église de Villa-Boim. C'est dans ce point que l'on a pu faire des fouilles pendant plus longtemps, et où l'on a obtenu le plus grand nombre de fossiles et aussi les meilleurs [1].

Les autres points où l'on a découvert des fossiles et qui se trouvent alignés avec le point précédent, à peu près dans la direction N.-N.O., sont les suivants:

100 mètres à l'O. du *monte* de Valbom, à 400 mètres au nord de la route royale;

Chafariz-d'El-rei, sur l'ancienne route d'Estremoz à Elvas, à 2600 mètres au N. magnétique du point précédent, et

500 mètres au N.-N.O. du *monte* de Cavalleira, ou 1500 mètres au S.O. de l'église de Villa-Boim.

La coupe faite suivant la route royale de Villa-Boim vers l'ouest offre en ordre descendant la succession suivante des couches:

1. Calcaire gris verdâtre en général compact et se divisant facilement en plaques à surfaces planes et parallèles, de quelques centimètres d'épaisseur, séparées par des feuillets de schiste; là où les feuillets de schiste manquent, le calcaire forme des bancs épais de même nature.

2. Calcaire gris compact à cassure esquilleuse, auquel se trouvent subordonnés quelques bancs de calcaire sous-cristallin.

3. Quartzite fin, gris, blanc à l'extérieur, micacé en partie; il forme des gros bancs et aussi des lits moins épais, le tout constituant une assise puissante de 100 mètres environ. Par suite d'un commencement d'altération due aux agents atmosphériques, ces couches se divisent fréquemment en menus fragments prismatiques irréguliers. Quelques lits minces de calcaire intercalés dans le quartzite en marquent le passage à l'assise calcaire très épaisse décrite sous les numéros 1 et 2.

[1] Dans ce point on a fait une excavation le long de la couche fossilifère sur 15 mètres de longueur, 1 mètre de largeur et 3 mètres de profondeur; on y a travaillé pendant trois semaines de suite, en examinant soigneusement tous les déblais. En effet, les fossiles s'y trouvaient en plus grande abondance que partout ailleurs; cependant, il était difficile de les obtenir et on les trouvait presque toujours en petits fragments.

A une centaine de mètres de la base des calcaires, il y a, subordonnée à cette assise de quartzites, une couche lenticulaire très irrégulière, interrompue en quelques points, de schiste dur, micacé, gris foncé, renfermant à sa partie supérieure les fossiles en question dans un lit de $0^m,1$ environ d'épaisseur. Cette couche s'amincit en coin et disparaît juste à l'endroit où l'on a recueilli les fossiles en plus grande abondance.

4. Quartzite alternant avec quelques schistes et avec du calcaire compact en lits subordonnés, qui deviennent graduellement plus minces et plus rares vers la partie inférieure de l'assise. Celle-ci a une cinquantaine de mètres d'épaisseur.

5. Schistes et quartzites en strates alternantes, les premiers prédominant et contenant de rares lits très minces de calcaire subordonnés. Cette assise a une très grande puissance.

6. Grauwackes et schistes alternant en strates très épaisses, beaucoup d'entre elles ayant jusqu'à quelques dizaines de mètres d'épaisseur. Des nappes de diabase contemporaine, qui sont intercalés dans ces strates, ont sans doute fourni en partie les éléments constitutifs de ces roches sédimentaires. La couleur prédominante de ces roches est le gris verdâtre; le sol a une teinte blanchâtre ou jaunâtre.

Les schistes, qui alternent avec les grauwackes, forment quelquefois des lits minces séparant les bancs durs de cette roche, d'autres fois au contraire ils forment des couches épaisses qui divisent les strates plus minces de la grauwacke. Les schistes sont en partie durs, en partie tendres se désagrégeant très facilement en très petits fragments. Les couches de cette assise, qui est fort épaisse, ne sont pas régulières; on observe la composition la plus variable d'un point à l'autre en suivant la direction des strates.

Depuis Villa-Boim, vers le nord et le nord-est, jusqu'au *monte* de Degolla (5,5 kilomètres au nord d'Elvas) où furent trouvés les restes de l'algue, se développe, comme nous l'avons dit, la tache de calcaires (n.os 1 et 2 de la coupe) interrompue toutefois fréquemment sur de grandes étendues par les éruptions de diorite, de micro-granite et d'autres roches d'origine interne, qui présentent un si grand développement dans les environs d'Elvas.

La stratification des calcaires y est généralement peu distincte; cependant, dans les points où elle est visible, les couches plongent avec des inclinaisons très variés depuis la verticale jusqu'à l'horizontale, qui correspond au sommet des plis, et suivent en outre des directions très diverses. Quoique ies plis et par conséquent la répéti-

tion des couches soient bien visibles, il n'y a pas à douter de ce que l'assise de calcaires est supérieure à celle des quartzites et partant supérieure aussi à la strate de schiste fossilifère dont nous avons parlé.

La faunule découverte dans cette strate est exclusivement composée de Trilobites représentant 7 ou 8 espèces différentes, que nous croyons nouvelles et dont la plupart, sinon toutes, appartiennent aux familles des *Olenidæ* et *Conocephalidæ*. Les principaux caractères observés dans ces fossiles permettent de les rapprocher de quelques genres déjà connus de la faune cambrienne, sans que nous puissions toutefois préciser mieux pour le moment leur classification.

Tous ces fossiles ont perdu leur test et se trouvent à l'état d'empreintes ou de moules couverts d'une couche ochreuse probablement le résultat de la décomposition de la pyrite, qui avait rempli, lors de la fossilisation, l'espace occupé par le test. Sur quelques empreintes on peut pourtant reconnaître une granulation fine qui couvrait la tête de certains Trilobites.

Le plus grand nombre des fossiles obtenus sont des restes de la tête, les joues mobiles y manquent cependant. Les fragments du thorax sont rares; toutes les plèvres que nous avons vues sont du type à sillon et la plupart armées d'une pointe correspondant au milieu de l'axe.

Les pygidiums, trouvés encore plus rarement que les éléments du thorax et jamais isolés, sont de petites dimensions et d'une longueur de beaucoup inférieure à celle du thorax.

Les glabelles isolées, qui sont, comme nous l'avons dit, les fossiles mieux conservés, appartiennent à 4 espèces différentes, au moins. Je n'ai vu sur aucune des traces de sillons latéraux; toutes en sont dépourvues et ont un fort relief. La plupart d'entre elles ont une forme ovoïde, élargie vers le front et sont limitées par des sillons dorsaux très profonds, qui se réunissent en avant dans un limbe plus ou moins large et postérieurement dans le sillon occipital, d'où il résulte que cette partie saillante de la tête se montre très nettement détachée des joues. L'anneau occipital, proéminant aussi et très distinct, est plus large que le bord postérieur des joues, qui forme un cordon saillant très mince; il est surmonté au milieu d'un petit tubercule correspondant à la pointe qu'on observe sur l'axe du thorax. Les deux branches de la grande suture sont à peu près parallèles à l'axe en contournant les lobes palpébraux, qui sont petits et situés vers le milieu de ces branches.

D'autres glabelles à forme hémisphérique ont les joues moins

saillantes et le limbe plus étroit que les glabelles précédentes; dans quelques exemplaires le limbe manque absolument, ou il reste caché par la projection de la glabelle vers le front.

En conclusion: les caractères indiqués semblent rapporter ces glabelles en général au genre *Liostracus*, Angelin.

M. Charles D. Walcott, en décrivant les caractères du genre *Ptychoparia* Corda, dans son intéressant travail *On the Cambrian Faunas of North America*[1] dit que les genres *Solenopleura* et *Liostracus* d'Angelin[2] se rapprochent du groupe auquel ce genre-là appartient. *Liostracus* représente les formes qui ont la glabelle dépourvue de sillons et possédant des lobes palpébraux sur les joues fixes, il doit être considéré comme un sous-genre de *Ptychoparia*. *Solenopleura* semble avoir les mêmes caractères que beaucoup des espèces classifiées dans le genre *Bathyurus* par Billings; M. Walcott pense qu'on peut appliquer le nom *Solenopleura* aux formes semblables à *Bathyurus gregarius* Billings[3], et à presque toutes les espèces rapportées au genre *Bathyurus*.

Ainsi donc nos exemplaires doivent très plausiblement être réunis dans un des genres *Ptychoparia*, *Liostracus* ou *Bathyurus*.

Un exemplaire entier, mais très détérioré et engagé dans le schiste, a la forme ovale et 21 millimètres de longueur; il a la tête plus large que les autres parties du corps et garnie antérieurement d'un limbe très étroit se prolongeant dans les angles postérieurs en pointes génales très courtes et un peu divergentes. On compte sur cet exemplaire 12 segments thoraciques, les plèvres sont plus larges que le rachis et se terminent en courtes épines coudées en arrière. Le pygidium est petit (environ $^1/_4$ de la longueur du thorax) et beaucoup plus étroit que la tête. Ces caractères semblent rapprocher notre exemplaire des *Olenus;* néanmoins par la forme de la glabelle laquelle, quoique très endommagée, on reconnaît être ovoïde, et par l'absence d'un limbe large en avant, il pourrait appartenir plutôt au genre *Leptoplastus* Angelin.

Un autre exemplaire, presque entier et demi-enroulé, mais fort détérioré et caché en partie dans le schiste, a la glabelle demi-sphérique très proéminante sur les joues et les angles postérieurs garnies de pointes génales courtes. Le thorax parait avoir été composée d'un nombre

[1] *Bulletin of the U. S. Geological Survey*, n.° 10, 1884, p. 36.
[2] *Palæontologia Scandinavica*, 1854, p. 26 et 27.
[3] *Geological Survey of Canada. Palæozoic fossils.* Vol. I, 1865, p. 363.

de segments inférieur à celui de l'échantillon précédent; les plèvres ont une longueur presque double de celle des anneaux de l'axe. Le pygidium était proportionnellement plus grand que dans le premier exemplaire, mais il est presque détruit. Nous ne pouvons rien conclure quant aux affinités génériques de ce Trilobite.

Nous avons encore devant nous 4 pygidiums, très petits, de 2 à 3 millimètres de longueur, sur la classification desquels nous ne pouvons pas nous prononcer. Toutefois, nous remarquerons que sur une plaque de grès de Gutturu Sorgiu (Nebida), où abondent les restes de Trilobites, laquelle le professeur Meneghini a figuré dans son mémoire sur la faune cambrienne de la Sardaigne [1], se trouvent représentés plusieurs petits pygidiums que ce savant paléontologue a jugé indéterminables et qui pourront peut-être correspondre aux nôtres, auxquels ils ressemblent. De même, parmi les espèces de Trilobites indéterminés de la faune de Hof, Barrande a figuré [2] un pygidium qu'il indique sous la désignation de *Trilobite Y*, lequel montre des rapports avec quelques-uns de nos exemplaires. Le mauvais état de conservation de ces derniers ne permet pas cependant leur identification avec celui-là.

Telles sont les données obtenues jusqu'à présent en vue desquelles l'existence de la faune primordiale dans l'Alemtejo me semble très probable.

Comme il m'était impossible de présenter le dessin des divers exemplaires, j'ai taché d'en donner notice par les lignes qui précèdent dans l'espoir que de nouvelles fouilles, que je ne manquerai pas d'essayer sur différents points, nous apporteront des éclaircissements plus complets sur cette question importante.

[1] *Paleontologia dell'Iglesiente in Sardegna. Fauna cambriana. Trilobiti.* 1888, tav. v, fig. 6.

[2] *Faune silurienne des environs de Hof en Bavière*, p. 93, fig. 50.

X

BIBLIOGRAPHIA

POR

PAUL CHOFFAT

1893

BALDAQUE DA SILVA.— *Estudo historico, hydrographico sobre a barra e o porto de Lisboa*. Tomo I, 8.°, XLVI-133 p. Tomo II, Atlas in f.°, 24 est. Lisboa.

BENSAUDE, A.— *O Diamante* (Revista de Sciencias Naturaes e Sociaes. Porto. Tomo II, 30 p.)

BREIDENBACH.— *Goldhaltige Diluvionen in Portugal* (Zeitschrift für praktische Geologie, vol. I, p. 250 e 251).

— *Die Antimonerzlagerstätten Portugals.* (Glückauf, p. 1095 a 1141, 1 estampa.)

— *Die Zinnlagerstätten Portugals.* (Glückauf, p. 1032 a 1050.)

CARDOSO, A. A. da Fonseca.— *Nota sobre uma estação chelleana no valle d'Alcantara* (Revista de Sciencias Naturaes e Sociaes, t. III, 8.°, 12 p., 2 estampas.

CHAVES.— *Nota cristallographica sobre las celestinas de la Peninsula* (Actas Soc. hesp. Hist. nat., t. XXII, p. 94 a 97).

CHOFFAT, Paul.— *Sur les niveaux ammonitiques du Malm inférieur dans la contrée du Montejunto (Portugal). Phases peu connues du développement des mollusques* (C. R. Ac. Sc., t. 116, p. 833-835).

— *Contribution à la connaissance géologique des sources minéro-thermales des aires mésozoïques du Portugal,* 8.°, IX-136 p., 1 pl. Lisbonne, Ministère des travaux publics.

— *Coup d'œil sur les eaux minérales et les eaux thermales des régions mésozoïques du Portugal*. Fig. (Bull. Soc. géol. de France, t. 21, p. 44-64).

— *Description de la faune jurassique du Portugal. Classe des Cé-*

phalopodes. Première série: Ammonites du Lusitanien de la contrée de Torres-Vedras, 82 p., 20 pl. (Mémoires de la Dir. des travaux géol. Lisbonne).

CHOFFAT, Paul.—*Description de la faune jurassique. Mollusques lamellibranches. 1.er ordre, Siphonida, 1.re livr.*, p. 1-39, pl. 1-9. (Idem.)

Direcção da Estatistica e Carta agricola.—Folhas da *Carta agricola* publicadas na escala de 1:50.000—: 163, Evora; 177, Mellides; 169 Estuario do Sado; 193, Ficalho.

— Folhas da *Carta agricolo-mineral* publicadas na escala de 1:50.000:—180, Ferreira; 185, Barrancos.

FERREIRA-DEUSDADO.—*Chorographia de Portugal*. Lisboa, 4.°, 55 p., 20 cartas coloridas, no texto.

LEMOS, Maximiano.—*Elementos de geologia*. Porto, 8.°, 192 p.

NOBRE, A.—*Étude géologique sur le bassin du Douro*. (Mém. Soc. malac. de Belgique, t. XXVII, 27 p., (2 pl.?)

— *Traços geologicos das praias do Porto*. (Bol. do Atheneu Commercial do Porto, 8.°, 11 p.)

1894

BENSAUDE, Alfredo.—*Beitrag zu einer Theorie der optischen Anomalien der regulären Krystalle*. Lissabon, 8.°, 43 p.

CHOFFAT, Paul.—*Provas do deslocamento do nivel do Oceano em Vianna do Castello*. Bol. da Soc. de geogr. de Lisboa, 13.ª serie, p. 1173-76.

— *Analyse des publications géologiques concernant l'Espagne et le Portugal en 1891 et 1892*. (Annuaire géologique universel, Paris, 8.°, p. 521 à 549).

— *Institutions et Sociétés s'occupant de l'étude du sol du Portugal et de ses colonies* (Annales de géographie, Paris, IVe année, 8.°, p. 35 à 55).

Comision del Mapa geologico de España. -*Mapa geologico de España*. Escala 1:1.500.000.—1889-1993.

Direcção da Estatistica e Carta agricola.—Folhas da *Carta agricola* publicadas na escala de 1:50.000:—167, Cabo do Espichel; 186, S. Thiago de Cacem; 194, Villa Nova de Milfontes.

Na escala de 1:20.000—Folha supplementar *A* 39-50, Mezão-Frio.

— Folhas da *Carta agricolo-mineral* publicadas na escala de 1:50.000—: 176, Granja (concelho de Mourão); 183, Moura.

J. DAVEAU.—*Sur l'aire d'extension du pin sylvestre dans la péninsule ibérique.* (Journal de botanique, Paris, p. 401 à 403).

Klockmann. — *Ueber die lagerartige Natur der Kiesvorkommen des südlichen Spaniens und Portugals*. (Berlin, Mittheil. Akad., gr. 8.°, 9 p.)

Kraatz-Koschlau, K. v. — *Der geologische Bau der Serra de Monchique in der Provinz Algarve, (Süd-Portugal)*. Verhandl. des Heidelberger naturhist. medic. Vereins. Serie v, 8.°, p. 215-225.

Lima, Wenceslau de — *Sobre uma especie critica do Rothliegendes* (Revista de Sciencias naturaes e sociaes, vol. iii, p. 1 a 4.)

Meunier, Stanislas. — *Les météorites*, (partim), p. 78.

Monteiro, Severiano A. da Fonseca — *José Augusto Cesar das Neves Cabral. Elogio historico*. (Revista de obras publicas e minas) 8.°, 18 p.)

Saporta et Choffat. — *Flore fossile du Portugal. — Nouvelles contributions à la flore mésozoïque par le marquis de Saporta, accompagnées d'une Notice stratigraphique par Paul Choffat*. (Mém. de la Direction des travaux géologiques du Portugal. 4.°, 288 p., 40 pl.)

Saporta. — *Nouveaux détails concernant les Nymphéinées; Nymphéinées infracrétacées*. (C. R. Acad. Sc. Paris, t. 119, p. 835 et 888).

Silva, Luiz Rebello da — *Contribuição para o estudo das aguas chloretadas do paiz*. (Jornal de sciencias mathematicas, etc., Lisboa, t. iii, p. 145-152).

*

* *

Andrade, A. A. Freire d' — *Reconhecimento geologico dos territorios portuguezes comprehendidos entre Lourenço Marques e o rio Zambeze*, 8.°, 185 p., 1 mapa.

Barrat — *Sur la géologie du Congo français*. (C. R. Acad. sc. Paris, 29 octobre).

1895

Bensaude, Alfredo — *Note sur la corrosion d'un alun biréfringent*. (Communicações etc., iii, 4 p).

Brandão, Vicente — *Die Kantensymbole im hexagonalen Systeme*, (Zeitschrift für Krystallographie. xxiii, p. 463-465).

Carta agricola. — Folhas agricolas, 171, Porrão (concelho de Alcacer do Sal; 179, Bairros (concelho de Grandola).

— Monographias dos concelhos de Moura e de S. Thiago do Cacem.

Choffat, Paul — *Analyse des publications géologiques concernant l'Espagne et le Portugal en* 1893. Annuaire géologique universel, Paris, 8.°, p. 563 à 584.

— *Note sur les tufs de Condeixa et la découverte de l'Hippopotame en Portugal*. (Communicações etc., iii, p. 1-12, 1 pl.)

CHOFFAT, Paul — *Notes sur l'érosion en Portugal*. (Ibid., p. 17-22, 4 pl.)

— *Promenade au Gerez. Souvenirs d'un géologue*. (Bol. Soc. de geogr. de Lisboa, 18 p.)

— *Resumo das condições hydrogeologicas da cidade de Lisboa* (in Mastbaum: Memoria, etc.)

DELGADO, J. F. Nery — *Note sur l'existence d'anciens glaciers dans la vallée du Mondégo*. (Communicações, p. 55, 2 pl.)

— *Sur l'existence de la faune primordiale dans le Alto-Alemtejo*. (Ibid., p. 97-103).

FIGUEIREDO, F. E. A. de — *Distribuição do calcareo no solo portuguez. Resumo d'uma conferencia do sr. Paul Choffat*. (A Agricultura contemporanea, t. VI, p. 71-75).

GUIMARÃES, A. J. Gonçalves — *Elementos de geologia*, 8.°, 251 p.

LIMA, J. M. do Rego — *Sobre um adubo mineral da ilha de Santa Maria* (*Açores*). (Annaes de Sciencias Naturaes, vol. II, 8.°, Porto; p. 35-46).

LIMA, Wenceslau de — *Estudo sobre o Carbonico do Alemtejo*. (Communicações; p. 34-54, 1 pl.)

— *Notice sur une algue paléozoïque*. (Ibid., p. 92-96, 1 pl.)

MASTBAUM, Dr. H. — *Memoria sobre o abastecimento das aguas de Lisboa*, com um *relatorio* (apreciação) por RAMIRO LARCHER MARÇAL e uma *noticia geologica* por P. CHOFFAT. (Boletim da Direcção Geral de Agricultura, 6.° anno, n.° 1; 4.°, 175 p. 4 pl.)

MESQUITA, Egberto de Magalhães — *Apontamentos ácerca da região littoral comprehendida entre as lagoas de Mira e de Esmoriz* (*Dunas d'Aveiro*). Revista florestal e Communicações, p. 23-33).

SCHMITZ, Eugène — *Notice sur la composition et la classification des terrains dans les provinces du Nord du Portugal*. (Annaes de sciencias naturaes, Porto, 8.°, 8 p., 1 est. perfil).

WARD, Lester F. — *The mesozoic flora of Portugal compared with that of the united States*. Science, new series, vol. I. n.° 13, p. 337-346.

*
* *

AMALITSKY, Dr. Wladimir — *A comparison of the Permian freschwater Lamellibranchiata from Russia with those from the Karoo System of South Africa*. (Quarterly Journal of the geological Society, vol. LI, p. 337-351, pl. XII-XIII).

BARRAT, Maurice — *Sur la géologie du Congo français*. (Annales des mines, avril, 132 p., 3 pl.)

CHOFFAT, Paul — *Coup d'œil sur la géologie de la province d'Angola*. (Portugal em Africa, 8.°, p. 799-807 et Communicações, p. 84-91).

Dreger, Dr. J.— *Vorkommen der* «Senilia senilis» *Linné, als Fossil*. (Verhandl. k. k. geolog. Reichsanstalt, p. 129-130).

Hatch and Chalmers— *The Gold Mines of the Rand, being a description of Mining Industry of Witwater's Rand, South African Republic.* London, 8.°, 318 p.

Schmeisser— *Ueber Vorkommen und Gewinnung der nützbaren Mineralien in der Südafrikanischen Republic Transvaal unter besonderer Berücksichtigung des Goldbergbaues*. 2.ª edic., Berlin, 4°, 151 p., 19 pl.

Dépôts superficiels. Glaciaire[1]

Sous le titre d'*Étude géologique sur le bassin du Douro*, M. Nobre[2] a repris l'étude de F. A. de Vasconcellos[3] sur les environs immédiats de l'embouchure de ce fleuve; le titre de son ouvrage fait donc attendre un travail s'étendant à une superficie beaucoup plus grande qu'elle n'est en réalité.

Ce nouveau travail m'a porté à revoir le premier et à visiter les localités décrites, ce que j'ai eu l'avantage de faire en compagnie de mon savant collègue M. Wenceslau de Lima.

Le mémoire de Vasconcellos présente quatre points principaux: 1° une description très minutieuse et très détaillée des dépôts superficiels; 2° le déplacement de la ligne de rivage; 3° les traces de l'action glaciaire et 4° la présence de l'homme dans les temps paléolithiques.

M. Nobre laisse de côté cette dernière question, en déclarant que les preuves fournies par son prédécesseur ne lui paraissent pas probantes.

1° Vasconcellos a distingué dans ses dépôts superficiels deux termes bien différents qu'il nomme: *les alluvions anciennes* et les *argiles jaunes*. L'étude de la contrée située au Nord du Mondégo m'a fait voir que ses *alluvions anciennes* ne sont autres que les dépôts de graviers et de galets considérés actuellement comme pliocènes, sauf que Vasconcellos affirme qu'ils contiennent des blocs de granite dans la tranchée de Boa-Vista.

Les travaux de terrassement ont fait disparaître la partie de la tranchée qui

[1] Cet article est reproduit du chapitre *Espagne et Portugal* de la Revue géologique pour 1893 de l'Annuaire géologique universel (vol. X, fasc. 3, juillet, 1895).

Ultérieurement, M. Delgado a fait connaître la découverte d'un bloc strié, dans la vallée d'Arganil, et a exposé son opinion au sujet du glaciaire du bassin du Mondégo.

[2] Nobre A. *Étude géologique du bassin du Douro*. Bruxelles, 1893.

[3] F. A. de Vasconcellos Pereira Cabral. *Estudo de depositos superficiaes da bacia do Douro*. Section des travaux géologiques. Lisbonne, 4°, 1881.

présentait le dépôt pliocène, la partie qui reste montre assurément des blocs, mais il sont au milieu du granite décomposé.

Ce n'est qu'au rivage que j'ai vu des blocs de granite au milieu d'un dépôt ayant l'aspect pliocène, quoiqu'un peu moins argileux que ce n'est généralement le cas.

Quant aux blocs de Boa-Vista, les profils de F. de Vasconcellos sont si nets, et cet observateur était si consciencieux qu'il ne me semble pas possible qu'il ait pu faire confusion avec des arènes granitiques, contenant des blocs non décomposés.

Les *argiles jaunes* reposent tantôt sur ce dépôt pliocène, tantôt sur le granite plus ou moins décomposé. C'est une terre faiblement arénacée, que l'on prendrait facilement pour un produit in situ de la décomposition du granite, si elle n'en était séparée par un lit de cailloux, dont une partie provient du remaniement du Pliocène, tandis que d'autres cailloux sont des débris anguleux, en général granitiques. Des cailloux analogues se trouvent en petit nombre au milieu de l'argile.

2° *Déplacement de ligne de la rivage*. M. Nobre admet que la plage de Castello-do-Queijo présente des vestiges de déplacement consistant en blocs, en galets, en coquilles, et dans la présence de marmites de géants à une hauteur supérieure à celle des plus hautes marées.

F. de Vasconcellos avait déjà mentionné ce déplacement, qu'il évaluait à 10^{m},50 et il signalait en outre des coquilles actuelles dans la tranchée d'Ervilhas, à une altitude de 50 mètres.

Il émettait du reste des doutes sur la provenance de ces coquilles, rencontrées à la surface de tranchées ouvertes dans les argiles jaunes.

M. Nobre passe sur ces doutes, mais l'examen de la localité, em compagnie de M. W. de Lima, me fait supposer qu'il s'agit effectivement de coquilles apportées avec les engrais et ayant glissé sur la surface du talus, hypothèse émise par F. de Vasconcellos.

M. Nobre admet que les dépôts de cailloux de Boa-Vista, à une altitude de 70 à 80 mètres, sont les «restes d'une ancienne plage modifiée par l'alluvionnement». Ce dépôt étant évidemment pliocène, son altitude n'a rien d'anormal.

Il rappelle en outre que Carlos Ribeiro mentionne vers le cap d'Espichel, un dépôt à coquilles actuelles à l'altitude de 70 mètres. J'ai cherché ce dépôt et ne l'ai pas trouvé à une hauteur aussi considérable, ce qui ne veut pas dire qu'il n'y existe pas, mais ce que j'ai rencontré à Praia-dos-Navegantes, à une vingtaine de mètres au-dessus du niveau de l'Océan, est analogue aux récoltes faites en ce point par Carlos Ribeiro et déposées dans les collections de la Direction des travaux géologiques. Or, l'ensemble de ces deux récoltes ne permet absolument pas de dire si l'on a affaire à un dépôt récent ou à un dépôt pliocène.

C'est donc à tort que ce dernier fait a été si souvent cité comme *preuve* d'un déplacement considérable de la ligne de rivage à la côte portugaise, et pour le moment il est prudent d'attendre de nouvelles découvertes.

Par contre, j'ai constaté dernièrement la présence de marmites de géants et d'autres restes d'une ancienne plage à Vianna-do-Castello, [1] au Nord de l'ancienne fontaine du fort, à 8 mètres au-dessus de la marée haute. Il ne peut pas y avoir de doutes sur leur origine marine. Il est possible que ces vestiges existent à une altitude plus grande, car au Sud du rio Lima, le déplacement de la ligne de rivage paraît être de 15 mètres.

3° Comme preuve de l'*action glaciaire*, F. de Vasconcellos citait les blocs de granite mentionnés plus haut dans le Pliocène de Boa-Vista, et des stries et des cannelures rencontrées sur les roches granitiques, à proximité du rivage.

Sur ce dernier point, M. Nobre partage la manière de voir de M. Wenceslau de Lima, qui a prouvé que ces cannelures et ces stries dépendent du clivage et non pas d'une action glaciaire. Quant aux blocs, il suppose qu'ils proviennent de noyaux dans le granite décomposé, ces noyaux présentant parfois un poli que l'on pourrait confondre avec celui que produit le charriage.

M. Nobre croit en outre que la serra du Gerez ne présente pas de terrain erratique; ses recherches ne lui en ont du moins pas fait découvrir. Il admet pourtant des accumulations de glace dans les régions les plus élevées du Portugal, mais doute que les glaciers se soient étendus jusqu'à la zone littorale.

C'est donc une bien grosse question que soulève la petite brochure de M. Nobre, et elle m'entraîne à faire en quelques mots l'historique de la question glaciaire en Portugal.

Quelques passages de Carlos Ribeiro constatent la présence de *terrain erratique* sur différents points, d'où l'on peut déduire une grande extension de ce terrain. Vasconcellos a donné les preuves d'*anciens glaciers* dans la Serra d'Estrella, mais ses preuves de l'extension des glaciers jusque vers Porto sont sujettes à caution.

Bassin du Mondégo.—Le terrain erratique signalé à Arganil par C. Ribeiro, a fourni à M. Delgado un bloc présentant des stries bien caractéristiques, et les blocs signalés par le premier au Sud d'Aveiro, ont été étudiés par M. Alfred Barjona de Freitas et par l'auteur de ces lignes.

Assurément, il y a encore bien des points obscurs à leur sujet, mais on peut pourtant formuler les traits principaux les concernant. Ces blocs sont presque exclusivement formés par un conglomérat quartzeux, en général très dur, qui se trouve en place au Bussaco et sur le prolongement de cette montagne vers le Sud. Ce n'est qu'en s'approchant d'Aveiro qu'ils sont mélangés à des blocs d'autre nature, principalement de quartzite blanc.

Leur aire de dispersion s'étend entre le Vouga et le Mondégo, ils ne passent pas au Nord du Vouga tandis qu'ils s'étendent sur une dizaine de kilomètres au Sud du Mondégo. Je n'en ai pas observé à une altitude supérieure à 90 mètres.

Le plus gros que j'aie rencontré est au Sud de Tocha, il mesure 14 mè-

[1] Choffat, *Provas do deslocamento do nivel do Oceano em Vianna do Castello*. 1894.

tres de pourtour. Malheureusement ces contrées étant entièrement sablonneuses, on leur fait une guerre d'extermination, et ils auraient probablement déjà été entièrement utilisés, sans un reste de supertition à leur égard, car il n'y a pas d'espoir de leur voir appliquer des mesures de protection analogues à celles qui ont été prises en Suisse et en France pour les blocs erratiques.

Ce qui précède a rapport aux glaciers de la serra d'Estrella, mais on n'a pas encore recueilli de données au sujet de la serra du Gerez.

M. Nobre y nie absolument l'existence des glaciers, en se basant sur ce que la vallée de Caldas-do-Gerez contient des alluvions que les glaciers auraient dû transporter «au delà» des moraines terminales.

Je ferai remarquer que les dépôts auxquels M. Nobre fait allusion sont des cônes de déjection des torrents, qui peuvent fort bien être postérieurs aux glaciers, et en second lieu, que ce n'est pas dans la vallée de Caldas qu'il faut chercher les preuves de l'action glaciaire. Cette vallée n'est qu'un faible affluent du Cavado; son bassin est de dimensions fort restreintes, tandis que le Cavado, le Regatão et le rio Homem ont un vaste bassin d'alimentation dépassant l'altitude de 1000 mètres et dont les points culminants dépassent 1500 mètres. C'est donc sur ces vallées et surtout sur leurs points de jonction que doivent se porter les observations relatives aux glaciers.

En admettant que les dépôts de transport de la vallée de Caldas soient antérieurs aux glaciers, celui de cette vallée aurait probablement été trop faible pour les entraîner, fait dont on a de nombreux exemples dans les Alpes.

Si M. Nobre cherche à rapetisser l'action glaciaire en Portugal, il n'en est pas de même de M. A. A. da Fonseca Cardoso[1], qui conclut à la présence d'un glacier s'étendant de la serra d'Estrella jusqu'à Lisbonne, en se basant sur les stries des parois des nombreuses failles de la vallée d'Alcantara, sur les cailloux striés des brèches de friction de ces mêmes failles, et sur des cailloux de quartzites, striés, qu'il prend pour un terrain de recouvrement, tandis qu'ils appartiennent au *Lacustre inférieur* de Carlos Ribeiro, c'est-à-dire à l'Oligocène.

Cette supposition a été reproduite par M. Boule, dans une analyse du travail de M. da Fonseca Cardoso. (L'Anthropologie, 1894, p. 459).

L'auteur parle en outre de la découverte d'instruments dans des alluvions anciennes, ayant au maximum 1 mètre d'épaisseur, et qu'il compare aux lambeaux chelléens de M. de Mortillet, plaqués à diverses hauteurs le long des vallées.

J'ai examiné à nouveau le voisinage de l'entrée du tunnel, à Rabicha, point cité par l'auteur, et y ai constaté les dépôts superficiels suivants:

1° Dépôts d'humus avec débris de cailloux (remblais);

[1] *Nota sobre uma estação chelleana no valle d'Alcantara.* (Revista de sciencias naturaes, vol. III, 1893, 8°, 12 p., 2 pl.)

2° Dépôt de débris de silex (remblais préhistoriques);

3° Dépôt argileux, rouge, avec cailloux, débris de fossiles, etc. Il provient du remaniement des couches argileuses formant les strates supérieures du Crétacique, couches en général détruites, mais dont on trouve encore des lambeaux.

Sur quelques points, ce remaniement est incontestablement dû à l'homme, probablement lors de l'établissement des fortifications dont on voit quelques pans de murs au-dessus du tunnel. Il est presque certain qu'une autre partie est dûe au ruissellement des eaux, ce qui continue encore de nos jours, tandis qu'une troisième partie peut être quaternaire.

Ce serait le cas pour le point où M. da Fonseca Cardoso a trouvé une hache de quartzite (?) représentée sur sa planche I. Comme il dit que le quartzite existe dans la localité, ce qui n'est pas, il s'agit peut-être d'une hache de silex.

Quant aux instruments de planche II, en calcaire fendillé, ils paraissent provenir de la corrosion de morceaux de calcaire enfouis dans la terre, comme on peut le constater dans de nombreux puits naturels ouverts par les eaux dans le calcaire compact d'Alcantara.

Afrique occidentale

En 1888, la description de nombreux matériaux rapportés d'Angola par M. Lourenço Malheiro[1], nous amena à résumer les connaissances géologiques relatives au versant occidental de l'Afrique équatoriale.

A cette époque, les données géologiques sur cette région provenaient en majeure partie de personnes n'ayant pas fait de la géologie une étude spéciale; ce n'étaient donc que des observations isolées ou même des échantillons récoltés au hasard, sans être acompagnés d'observations.

Depuis lors, trois géologues de profession ont exploré différents territoires de cette vaste région. M. E. Dupont[2] a porté ses observations sur le cours inférieur et le cours moyen du Zaïre, jusqu'à son confluent avec le Kassaï.

M. Jules Cornet[3] a accompagné l'expédition du capitaine Biat dans les ter-

[1] Choffat et de Loriol. *Matériaux pour l'étude stratigraphique et paléontologique de la province d'Angola*. Genève, 4°, 116 p., 8 pl.

[2] Ed. Dupont. *Communication sur la géologie du Congo.* (Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, tome II, 1888, p. 44–51).—*Lettres sur le Congo,* 8°, 724 p., 11 pl., Paris, 1889.

[3] J. Cornet. *Die geologischen Ergebnisse der Katanga-Expedition.* (Petermanns Mitteilungen, 1894, 1 carte). *Les formations post-primaires du bassin du Congo.* (Annales de la Société géologique de Belgique, 1894, 87 p., 1 carte géol.). *Les gisements métallifères du Katanga.* Mémoires et publications de la Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut, 1894, 56 p., 2 pl.).

ritoires de la Compagnie du Katanga, c'est-à-dire, dans la région comprise entre le Lualaba et le Luapula supérieur, borné au Nord par le 9e parallèle et au Sud par la ligne de faîte Congo-Zambèze, territoire qui fait partie de l'ancien royaume du M'siri. Il y a séjourné de novembre 1891 à janvier 1893.

Le troisième observateur est M. Maurice Barrat[1], qui de juillet à décembre 1893 a étudié la région de l'Ogooué, dans le Congo français, entre le cap Lopez, Franceville et Libreville. Ses observations ont donc eu lieu au Nord et au Sud de l'Equateur, bien au Nord du champ d'action des deux savants précités, mais on possède quelques observations sur les régions intermédiaires: celles d'un voyageur allemand, M. Peschuel-Loesche et celles, encore inédites, de deux agents de la colonie française. M. Barrat nous en donne les principaux résultats.

Dans notre *Coup d'œil sur la géologie de la province d'Angola*, reproduit plus haut, nous avons signalé les différences d'appréciation qui existent entre ces auteurs, mais nous croyons utile d'entrer ici dans plus de détails que ne le comportait cet article d'ensemble.

Il est acquis depuis un certain nombre d'années que «la partie du continent africain, qui s'étend au Sud de la région saharienne, est constituée essentiellement par des massifs déprimés, formés de couches archaïques (?) et paléozoïques fortement plissées, recouverts de couches presque toujours horizontales, s'étendant sur des espaces immenses et consistant le plus souvent en conglomérats, en grès plus ou moins cohérents, en schistes argileux, etc.»

Les traits généraux de la géologie du bassin du Congo sont fixés de la façon suivante par M. Cornet:

A la fin des temps primaires aurait émergé un vaste continent reliant l'Afrique australe à l'Inde, à l'Australie et peut-être à une partie de l'Amérique du Sud. Des affaissements partiels se produisirent, laissant entre eux des buttoirs (horste, massifs surélevés) ne prenant pas part au mouvement d'affaissement.

Telle est la grande ligne de faîte qui sépare l'Afrique en deux grandes régions hydrographiques, ligne qui de l'isthme de Suez longe la côte occidentale de la mer Rouge, passe entre le Tanganica et le Nyassa, puis se confond avec la crête de partage Congo-Zambèze, jusqu'à la rencontre des chaînes parallèles à la côte de l'Atlantique. Le bassin du Congo forme donc une vaste dépression comprise entre ces deux massifs et ceux qui le limitent vers le Nord, mais l'existence de ces massifs est fort douteuse, ainsi que nous l'avons fait voir dans le *Coup d'œil*.

Les agents atmosphériques agissant sur l'ensemble du continent, charriaient

[1] *Trois coupes géologiques du Congo français.—Sur la géologie du Congo français.* Notes préliminaires publiées dans les Comptes-rendus de l'Académie des sciences, 22 et 29 octobre 1894.—*Sur la géologie du Congo français.* Annales des mines. 1895.

des matériaux jusque dans les dépressions, où ils se déposaient plus ou moins horizontalement, en discordance sur les terrains primaires.

Ces dépôts ont donc à peu près le même âge des deux côtés de la grande ligne de faîte dont il vient d'être question, et pourtant ils présentent des différences assez notables pour ne pas permettre le parallélisme entre leurs subdivisions.

Sur le versant sud-est, ces couches ont reçu le nom de formation de Karoo, dans laquelle les géologues anglais ont distingué les étages suivants, énumérés de bas en haut: les *conglomérats de Dwycka*, les *schistes d'Ecca*, les *schistes de Kimberley* à végétaux, les *grès de Beaufort* à reptiles et végétaux. Au sommet se trouvent les *couches de Stormberg*, contenant aussi des reptiles et dont les végétaux donnent lieu à des couches de houille. Ce dernier étage est considéré comme triasique.

Les dépôts formés dans l'ancien lac du Congo sont loin d'être aussi variés. M. Dupont, et après lui M. Cornet, y distinguent deux divisions qui pour le moment ne peuvent pas être parallélisées avec l'une ou l'autre des divisions des grès de Karoo.

Ce sont: le système de Kundelungu, formé par des psammites et des grès rouges à grain fin, recouvert en discordance par le système de Lubilache, formé par des arkoses, des conglomérats et des grès friables de couleur blanche.

Les fossiles y sont extrêmement rares, et sauf erreur, ne consistent qu'en un exemplaire rappelant les Ampullaires, trouvé par M. Dupont dans le système supérieur.

Il existe pourtant des fossiles sous le même parallèle, ainsi que nous l'avons déjà signalé.

Une autre différence entre ces dépôts de grès au Nord et au Sud de la grand ligne de faîte, consiste en ce qu'au Sud, le système de Karoo contient de nombreuses intercalations de roches éruptives, tandis qu'au Nord de la ligne de faîte, on ne connait de ces intercalations qu'au Sud du Tanganica.

Nous avons vu que le système de Lubilache repose en discordance sur celui du Kundelungu. Il y a plus, sur une grande surface située sur la rive gauche du Lualaba, il repose directement sur les roches primaires, ce que M. Cornet attribue à une dénudation des couches de Kundelungo, destruction antérieure au dépôt des couches de Lubilache, et qui, sur d'autres points, n'aurait affecté que la partie supérieure du système.

Cette destruction correspondrait à une période où le régime lacustre aurait fait place à un régime fluvial, autrement dit, à un premier écoulement des eaux du lac du Congo, tandis que le creusement du lit du fleuve à travers la bordure occidentale a eu pour résultat l'écoulement définitif de ces eaux.

Les terrains anciens, formant les chaînes de montagnes du pourtour, présentent aussi quelques affleurements dans le bassin lui-même; ils se trouvent sur les points où les vallées ont creusé leurs lits à travers toute l'épaisseur des grès horizontaux.

Les observateurs antérieurs avaient déjà donné des coupes à travers la bordure occidentale, permettant de se faire une idée plus ou moins vague des terrains qui la forment sur les chemins les plus parcourus entre le parallèle de l'embouchure du Zaïre et celui de Mossamedes, mais les études actuelles entrent dans un démembrement des terrains anciens. Celles de M. Barrat nous les font connaître sous l'équateur, celles de M. Dupont, le long du cours moyen du Zaïre et celles de M. Cornet au centre du continent.

M. Dupont est le seul qui ait rencontré des couches fossilifères dans les terrains paléozoïques. Ce sont des calcaires coralligènes qu'il a attribués au Dévonien, mais il n'en a pas encore fourni la preuve.

M. Cornet donne une classification détaillée des roches anciennes formant la limite méridionale du bassin du Congo, mais comme il n'y a pas rencontré de fossiles, il évite le parallélisme prématuré qu'entraînerait l'emploi de termes stratigraphiques connus, et établit sa classification en employant des noms géographiques de la contrée.

D. TERRAINS DÉTRITIQUES SUPERFICIELS
- III. Alluvions du fond des vallées.
- II. Alluvions anciennes du flanc des vallées et des plateaux voisins
- I. Produits d'altération sur place.

C. FORMATIONS POST-PRIMAIRES
- II. Système du Lubilache.
- I. Système du Kundelungu.

B. TERRAINS ANCIENS NON MÉTAMORPHIQUES

		β. Faciès occidental ou du Lualaba	α. Faciès occidental ou de la Lufila
B.	Bassin du sud-est	Système de Kazembe. Système de Moanga.	Système de Katété.
		Système de Kafunda-Mikopo.	Système du pays des Bassanga. Système des Monts Muiombo. Système de Kilassa.
A.	Bassin nord-ouest	II. Système de Lubidi. I. Système du Lac Kabelé.	

A. TERRAINS ANCIENS MÉTAMORPHIQUES

V. Système de la Lufupa.	
IV. Système de Moachia.	Système de Moachia.
III. Système du Nzilo.	
II. Système du Fungé.	
I. Système de la Kissola.	Quartzites du Lufubo.

ROCHES ÉRUPTIVES ANCIENNES

Comme *roches éruptives*, l'auteur cite des granites, pegmatites, diorites, syénites; il fait remarquer qu'il n'a pas trouvé trace de roches éruptives modernes, tandis que MM. Capello et Ivens citent un échantillon de phonolithe provenant des limites méridionales du bassin du Lualaba. Le doute émis par l'auteur sur la détermination n'est évidemment pas fondé, mais n'y aurait-il pas eu transposition d'étiquettes, comme cela s'est produit pour les fossiles tertiaires de Mossamedes[1] donnés comme provenant du Katanga?

Sous le nom de formations post-primaires, l'auteur entend les grès horizontaux, ce qui nous fait voir une différence notable entre les traits fondamentaux de la géologie de l'Afrique australe et ceux de l'Europe, puisque ces grès horizontaux appartiennent probablement en partie au système carbonique.

Les terrains détritiques superficiels sont classés dans trois catégories: 1° Les produits d'altération sur place, que l'auteur compare à la latérite de l'Inde; 2° Les dépôts des flancs des vallées et des plateaux voisins, consistant en alluvions argilo-sableuses avec lits de galets, et indiquant les différentes phases de l'abaissement du niveau du grand lac primitif; 3° Les alluvions du fond des vallées, qui sont encore partiellement en voie de formation.

Nous trouvons dans le mémoire de M. Barrat une analyse de presque tous les travaux ayant rapport à la côte occidentale de l'Afrique équatoriale, une description du bassin de l'Ogooué et des Monts de Cristal, la mention de ce que l'on connaît entre l'Ogooué et le bassin du Congo et une comparaison de la géologie de ces deux bassins.

Enfin après un chapitre consacré aux gîtes minéraux et métallifères, viennent les conclusions dans lesquelles l'auteur présente l'ensemble de la géologie de la partie occidentale de l'Afrique[2].

C'est donc tout un traité de la géologie de ces parages que nous avons sous les yeux, nous nous bornerons pourtant à mentionner le parallélisme stratigraphique, car l'auteur nous écrit qu'il a présenté à l'Institut un mémoire plus complet.

Un avenir peu éloigné nous réserve du reste de nouveaux éclaircissements, car M. de Brazza a donné des ordres au personnel du Congo pour que des échantillons soient recueillis dans toute la colonie du Congo français, conformément aux instructions rédigées par M. Barrat.

En outre, M. Cornet va se rendre dans le Bas-Congo pour étudier les points litigieux entre ces études et celles de M. Dupont.

[1] Voyez Choffat, *Colonies portugaises en Afrique*. (Communicações da Commissão dos trabalhos geologicos, vol· I, p. 343).

[2] En ce qui concerne Angola, nous ferons remarquer une confusion géographique; l'auteur employe le nom de Mossamba pour désigner la chaîne côtière du Sud d'Angola, tandis qu'il s'applique à des monts situés sur la rive septentrionale du Cassaï.

Deux cartes géologiques accompagnent le mémoire de M. Barrat. L'une à l'échelle de 1 : 2500000 comprend la côte occidentale de l'Afrique, depuis Cameroun (2e degré de latitude nord) jusqu'au Zaïre (6e degré de latitude sud).

L'autre est un essai encore plus hardi; il s'étend vers le Nord jusqu'au 20e degré, vers le Sud jusqu'au 10e, et vers l'Est jusqu'au Nil.

Le Katanga est colorié d'après M. Cornet, l'Angola d'après les données que nous avons recueillies dans notre mémoire de 1888, et le Niger et la région des grands lacs d'après l'Atlas Berghaus.

Terminons par les considérations stratigraphiques de M. Barrat.

«Les terrains du Congo peuvent être divisés en quatre groupes principaux : 1° l'Archéen proprement dit n'étant pas encore signalé d'une façon certaine, nous attribuons au *Précambrien* et au *Silurien* tous les *terrains métamorphiques* et cette formation de schistes ampéliteux, de phtanites et de dolomies, si analogues aux roches de Bretagne et en partie atteintes par le métamorphisme; au *Dévonien* et au *Carbonifère inférieur*, la formation calcaréo-schisteuse du Congo et du Kouilou et comme équivalent dans l'Ogooué, les schistes argileux et les arkoses à ciment calcaires; 3° les grès rouges et blancs (horizontaux) comprendraient peut-être le *Houiller*, tout le *Permo-trias* et même l'*Infralias*; 4° les terrains fossilifères, allant du *Crétacé* au *Moderne* s'étalent le long du rivage au pied du plateau africain.»

Au sujet de ces derniers terrains, mentionnons un fait important pour la connaissance des dépôts crétaciques du littoral, c'est la découverte à Libreville d'un calcaire que deux fossiles permettent de rapporter au Turonien. Ce fait confirme les indications assez vagues de strates supérieures au Cénomanien, contenues dans les récoltes de M. Malheiro [1] dans la province d'Angola.

Le Crétacique supérieur vient aussi d'être signalé au Gabon.

Il y a près 20 ans que M. O. Lenz a observé que les îles Elobi (Corisco) sont en partie formées par des calcaires marneux renfermant des *Ammonites*.

Ces *Ammonites*, étudiées par M. Szajnocha [2], appartiennent toutes à *Schloenbachia inflata* et à des formes voisines, c'est-à-dire qu'elles représentent l'horizon supérieur du Crétacique moyen.

Sur le continent, les rives du Gabon présentent des calcaires arénacés et des calcaires marneux, superposés aux couches à *Schloenbachia inflata*, et qui avaient été considérés comme tertiaires, mais de nouvelles récoltes, étudiées par M. Kosmat [3], démontrent qu'il s'agit de Crétacique supérieur.

[1] Loc. cit, p. 26.

[2] L. Szajnocha, *Zur Kenntniss der mittelcretacischen Cephalopoden Fauna der Inseln Elobi an der West-küste Afrikas.* (Mém. de l'Acad. des Sciences de Vienne, 1885, vol. XLIX). Les matériaux recueillis par le Dr. Passavant aux îles Elobi se trouvent au Musée de Bâle. Ils consistent en Ammonites écrasées et en Crustacés renfermés dans un marno-calcaire gris.

[3] F. Kosmat. *Ueber einige Kreideversteinerungen vom Gabun* (Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences de Vienne, vol. CII, décembre 1893).

Ces récoltes consistent en *Gastropodes*, *Lamellibranches*, un *oursin* et un *polypier*. Une espèce seulement paraît pouvoir être identifiée avec les espèces connues, c'est une *Corbule* analogue ou identique à une *Corbule* du Crétacique de l'Inde.

Ce n'est pas avec de pareils matériaux que l'on peut établir un parallélisme à grande distance, aussi l'auteur va-t-il à notre avis un peu trop loin en émettant l'opinion que ces couches sont turoniennes ou sénoniennes, et qu'elles fournissent la preuve d'un retrait de la mer entre leur dépôt et celui des couches à *Schloenbachia inflata*.

Il paraît en tous cas que le Crétacique du Gabon est loin de présenter les nombreuses subdivisions de celui de Benguella; elles n'ont du reste été observées sur aucun autre point de la côte occidentale.

M. J. Dreger[1] a examiné des récoltes faites par M. J. Gröger à St. Paul de Loanda (plateau supérieur, vis-à-vis de l'entrée S.W. du port).

La faune est un peu plus riche que celle rapportée par M. Malheiro, et comprend:

Cardium (groupe de *C. hians*, Brocc.), *Tapes*, *Venus*, *Cytherea* aff. *C. Pedemontana*, Ag. *Cardita* (plusieurs espèces) *Pectunculus* (analogue à *P. pilosus*, Linné, et deux *Ostrea* dont l'un est analogue à *O. fimbriata*, Grat.

Dans un grès blanc à ciment calcaire avec conglomérat, qui d'après M. Gröger alternerait avec le conglomérat rouge se trouvait un *Lucina*, des fragments d'autres Bivalves et un exemplaire bien conservé de *Senilia senilis*, L., empâté dans la roche.

L'auteur admettant que les couches à *Senilia* alternent réellement avec les autres en conclut que la totalité du dépôt doit être de même âge, mais il hésite entre le Miocène, le Pliocène et le Quaternaire.

Senilia senilis étant une forme saumâtre, il admet en outre une alternance de formations saumâtres et de formations marines.

Nous ferons remarquer que c'est en effet la première fois que *Senilia senilis* est mentionné de la molasse de St. Paul de Loanda, par contre nous avons fait savoir, d'après Chatelain[2], que les coquilles de cette espèce sont fréquentes entre Dondo et le Lucalla, à plus de 130 kilomètres de la côte et à une altitude qui doit dépasser 50 mètres. L'exemplaire qu'il en a rapporté n'a pas l'aspect fossile.

Senilia senilis a aussi été trouvé par M. Zboinski, dans le Bas Congo, à une altitude de près de 200 mètres[3]. Il y est mélangé à une faune d'estuaire.

Enfin nous mentionnerons de nombreux exemplaires, à aspect fossile, provenant probablement du Cap Vert. Ces échantillons qui se trouvaient au Musée

[1] Dr. J. Dreger. *Vorkommen der Senilia senilis, Linné, als fossil.* 1895.

[2] Choffat et de Loriol, p. 55.

[3] Bul. Soc. belge de géologie, t. I, 1888, Procès-verbaux, p. 30 et p. 237.

zoologique font actuellement partie des collections de la Direction des travaux géologiques.

L'article qui suit montre que cette espèce se trouve abondamment à l'état fossile dans les environs de Mossamedes.

Les échantillons recueillis en 1882 à Mossamedes par le Dr. Höpfner ont été vendus au comptoir minéralogique de Krantz, à Bonn, qui a chargé le Dr. Gürich de les déterminer. A en juger par le manque partiel d'indications, il est à présumer que le Dr. Höpfner est mort avant cette vente.

M. Gürich a publié les résultats de ses déterminations[1], que nous reproduisons in-extenso.

Il s'agit d'une grande quantité de fossiles quaternaires, parmi lesquels se trouvaient quelques fossiles crétaciques. La localité est S. Nicolau, au nord de Mossamedes.

La gangue des fossiles crétaciques est un grès rouge, poreux, à ciment calcaire; les fossiles sont à l'état de moules.

Trigonoarca ressemblant un peu à *Tr. Trichinopolitensis*, Stol., du Crétacique de l'Inde méridionale.

Cyprina, voisins de *C. Forbesiana*, (Stol).

Des moules de *Crassatella*, *Chama* et *Exogyra* portaient l'étiquette: côte au voisinage de Mossamedes.

Un calcaire arénifère, provenant de l'Est de la «fazenda Vidal sur le Monte Cavalleiros», qui a fourni un *Cardium* et une *Trigonie*.

Il considère en outre comme crétaciques des calcaires et grès à *Turritelles* étant passablement répandus. Un échantillon de Ponta Giraul contient un *Venericardia*. Ces couches à *Turritelles* sont sans doute celles que nous rapportons à la molasse tertiaire (1888, p. 53), et nous ne voyons pas de raisons pour modifier cette opinion.

L'auteur hésite du reste entre le Crétacique et le Tertiaire au sujet d'une marne vert clair contenant des moules de *Cardita*, *Cardium*, *Crepidula* et *Arca*.

Les coquilles considerées comme actuelles et quaternaires appartiennent à 42 espèces. Les unes ont absolument l'aspect récent, d'autres paraissent subfossiles ou sont entourées de concrétions calcaires, d'autres sont à l'état de moules dans des roches et doivent être considérées comme quaternaires.

Nous ferons remarquer que cette opinion est de M. Gürich et non pas du collecteur, et qu'il est probable que ce dernier avait récolté ces coquilles à aspect récent parce que leur gisement ne permet pas de les considérer comme récentes. Nous avons constaté le même fait pour des coquilles rapportées par Welwitsch, et MM. Capello et Ivens les citent à l'altitude de 150 mètres à Mossamedes.

[1] 65er Jahres-Bericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, im Jahre 1887. Breslau, 1888, p. 221 et 246.

Dans la liste qui suit, le mot récent doit donc être simplement pris comme *aspect récent*.

Nous ne saurons assez insister sur l'intérêt que présente l'étude de ces gisements de coquilles à aspect récent, signalés depuis le Zaïre jusqu'à Mossamedes.

Une lettre do notre savant confrère, M. Gevrey, conseiller à la Cour d'Appel de Grenoble, m'apprend qu'elles doivent aussi exister sur le versant oriental d'Afrique.

A l'île Magotte, au milieu du canal de Moçambique, il a observé de nombreuses coquilles actuelles, à des hauteurs souvent importantes au dessus du niveau de la mer, et dans des conditions qui éloignent l'idée d'un transport par l'homme.

Les dépôts considérés comme quarternaires par M. Gürich comprennent: 1° des calcaires gris clair à grains et cailloux de quartz avec des empreintes et des moules de coquilles récentes, parmi lesquels *Senilia senilis*, 2° Une roche un peu différente contenant principalement une grande variété de *Dosinia d'Orbignyi*, Dunker, une *Tellina* et un *Trochita*.

Lamellibranchiata

1. *Ostrea Forskali*, Cu. Récent. Incrusté. Fossile.
2. *Ostrea plicatula*, Gmel. Fossile.
3. *Ostrea cf. Gingensis*, Schlot. (*Cyruussi*, Pyr. [Reeve]). Fossile.
4. *Ostrea cf. lamellosa*, Lam. Fossile.
5. *Anomia costata*, Brocchi (cf. Hörnes!) Incrusté. Fossile. 16 à 30 côtes, surface couverte de lamelles d'accroisement, forme très renflée, courbée en aileron à l'avant. Longueur maxima 160 mm., hauteur 130 mm.
6. *Hinnites cf. corallinus*, Sow. Incrusté.
7. *Pecten pusio*. L. Subfossile.
8. *Spondylus gaederopus*, L. Incrusté.
9. *Lima inflata*, Ch. Subfossile et fossile.
10. *Mytilus ingens*, sp. n. Incrusté.
11. *Arca senilis*, L. Fossile et incrusté.
12. *Arca*, sp. Fossile. Affinis *A. larbata*.
13. *Arca*, sp. Fossile. Affinis. *A. Gambiensis*, Reeve.
14. *Lucina contraria*, Dunker. Incrusté.
15. *Lucina*, sp. Fossile.
16. *Chama sinistrorsa*, Brocchi. (*Gryphina*, Lam.) Incrusté.
17. *Cardium cf. costatum*, L. Fossile.
18. *Cardium ringens*, Ch. Fossile.
19. *Dosinia d'Orbignyi*, Dunker. *var. major*. Incrusté et fossile.
20. *Dosinia cf. obliquata*, E. Roemer. Incrusté.
21. *Dosinia hepatica*, Lam. Incrusté.

22. *Dosinia*, sp. Fossile.
23. *Donax elongatus*, Lam. Récent et fossile.
24. *Tellina strigosa*, Gmel. Fossile.
25. *Lutraria elongata*, Gray. Fossile.
26. *Mactra cf. triangula*, Renier. (Hörnes!) Récent.
27. *Mactra* sp. Incrusté.
28. *Tugonia anatina*, Gm. (*guineensis*, Reeve). Fossile.
29. *Panopaea Aldrovandi*, Lam. Incrusté.

Gasteropoda

1. *Murex trunculus*, L. Récent et incrusté.
2. *Murex cornutus*, L. Incrusté.
3. *Purpura haemastoma*, L. Récent et incrusté.
4. *Purpura gigantea*, Reeve. Incrusté.
5. *Purpura neritoidea*, Lam. Fossile.
6. *Pseudoliva plumbea*, Ch. Fossile et incrusté.
7. *Triton succinctum*, Reeve. (Reeve: Tab. X, fig. 32). Fossile et incrusté.
8. *Ranella marginata*, Brugn. Fossile et incrusté.
9. *Nassa Kraussiana*, Dunker. Subfossile.
10. *Conchelix citrinum*, Reeve. Récent.
11. *Oliva* sp. Fossile. Affinis *O. jaspidea*, Gmel.
12. *Terebra* sp. Fossile. Analogue à *T. Faval*, Adamson: Hist. nat. du Sénégal, pl. 4, fig. 5.
13. *Pusionella Nifat*, Adamson. Incrusté.
14. *Pusionella carinata*, n. sp. Comme la précédente, mais les tours ont une carène aigüe en haut; le dernier tour a une carène mousse en bas; parois plus rentrée en bas; canal plus court.
15. *Pleurotoma obesa*, Reeve. Fossile.
16. *Pleurotoma mitraeformis*, Valenc. Incrusté. Moins élancée que chez Reeve.
17. *Conus papilionaceus*, Brug. Fossile et incrusté.
18. *Conus testudinarius*, Mart. Incrusté.
19. *Conus genuanus*, L. Incrusté.
20. *Conus cf. cuneolus*, Reeve (*catus?*). Fossile.
21. *Conus simplex*, Reeve. Incrusté.
22. *Conus mercator*, L. Fossile.
23. *Conus miser*, Boiv. (Weinkauf in Küster. Taf. 41, fig. 11)
24. *Strombus bubonius*, Lam. Incrusté.
25. *Cypraea arabica*, L. Incrusté.
26. *Cypraea cf. tigris*, L. Incrusté.
27. *Cypraea cf. mappa*, L. Incrusté.
28. *Natica fulminea*, Gmel. Incrusté.

29. *Trochita*, sp. Récent et fossile. La forme et l'ornementation sont très variables, tantôt elle rappelle *Tr. radians*, Lam., tantôt *Tr. spirata*, Forl.; cette variété africaine constitue peut-être un passage entre ces deux espèces voisines.
30. *Crepidula hepatica*, Desh. Incrusté.
31. *Turritella tricarinata* (*Eglisia*), Reeve. Incrusté.
32. *Turritella cf. bicingulata*, Lam. Fossile.
33. *Cerithium vulgatum*, L. Subfossile. 34 mm. de hauteur.
34. *Cerithium fuscatum*, L. (Reeve). Fossile.
35. *Cerithium radula*, L. (Reeve). Fossile.
36. *Fissurella australis*, Krauss. Fossile.
37. *Fissurella* sp. Fossile et incrusté. Voisin de *F. scutellum*.
38. *Patella nigropunctata*, Dunker. Récent et fossile. Très variable.
39. *Patella scutellaris*, Lam. var. (=*P. Lowei*, d'Orb.: Dunker. Index mollusc. Guin. Pl. VI, fig. 1-3). Récent.
40. *Patella* sp. Récent. Analogue à *P. scutellaris*.
41. *Patella* sp. Fossile. (*Patella Adamsoni*, Dunker?)
42. *Bulla ampulla*, L. Incrusté.

Afrique orientale

Jurassique.—La première preuve de l'existence des terrains jurassiques dans l'Afrique orientale consiste en une *Ammonite* rapportée de Mombasa, par un missionnaire allemand. Plus tard la même localité a été explorée par M. Hildebrand, et les fossiles recueillis furent décrits par M. Beyrich, comme appartenant au sommet du Jurassique supérieur.

Le Jurassique se trouve aussi plus au Nord, dans le Sud de l'Abyssinie, où il a été signalé dès 1870 par M. Blanford, et dans le royaume de Chôa, où il a donné lieu à une étude détaillée de MM. Aubry et Douvillé; mais ici il n'a pas fourni de *Céphalopodes* et il est bien reconnu que ce sont les mollusques de cette classe qui permettent un parallélisme rigoureux entre des contrés éloignées.

Au Sud des contrées précitées se trouvent les territoires allemands, qui ont été visités par de nombreux naturalistes [1], mais la géologie est loin d'y avoir

[1] Sous le titre de: *Deutsch-Ost-Afrika.—Résultats scientifiques sur le pays et les habitants de notre territoire d'influence dans l'Afrique orientale et les contrées voisines*, il se publie en Allemagne un ouvrage en 7 volumes écrits par une réunion de spécialistes. Le premier volume contient la relation du voyage de Stuhlmann et d'Emin-Pacha au centre de l'Afrique, les autres volumes décriront l'anthropologie et l'éthnographie, la zoologie (2 vol.), la botanique, la cartographie, l'altimétrie et la météorologie, et le dernier la géologie et la minéralogie.

fait autant de progrès que les autres branches des sciences naturelles. La connaisance de ces parages se limite encore à des récoltes isolées; on manque de coup d'œil d'ensemble, et les géologues allemands demandent à ce qu'un spécialiste soit attaché aux expéditions militaires, ce moyen étant seul à même de fixer les traits généraux de la contrée, et de permettre de juger de son utilisation pratique.

La présence de terrains secondaires dans ces parages était rendue probable dès 1881, par les écrits du voyageur anglais Thomson, mais ce n'est qu'en 1890 et 1891 que les recherches de MM. Baumann et Stuhlmann ont fait voir qu'il s'agit du Jurassique et ont fait connaître l'étendue approximative et l'allure de ces terrains.

Les fossiles récoltés par M. Stuhlmann proviennent de Mtaru, sur la rive droite du Pangani, vis-à-vis de Chogwe. Depuis ce point, le Jurassique s'étend vers le S.S.O. jusque vers Msua, étant d'abord parallèle à la côte, à une distance approximative de 16 kilomètres, tandis que vers Msua, il en est séparé par 65 kilomètres.

Cette bande jurassique a une vingtaine de kilomètres de largeur et à l'Ouest est en contact avec les schistes cristallins; elle forme le premier gradin de la partie élevée de l'Afrique orientale, et parait être limitée par des lignes de failles, ce qui est aussi le cas pour le Jurassique de Mombasa.

Il est possible que le Jurassique s'étende beaucoup plus à l'intérieur, car M. Baumann signale des calcaires à Mlalo dans l'Usambara et à Aruska et d'autres points du Kilimanjaro. Il ne faut pourtant pas trop s'avancer dans cette conclusion, car les terrains paléozoïques contiennent souvent des calcaires, ce qui est entre autres le cas dans la province d'Angola.

Les fossiles recueillis à Mtaru viennent d'être décrits par M. Tornquist[1]; ce sont des *Ammonites* appartenant à sept espèces différentes, un *Nautile*, des fragments de *Belemnites* et un *Brachiopode*.

M. Futterer[2] a décrit à nouveau les fossiles rapportés de Mombasa[3] par

[1] Dr. A. Tornquist. *Fragment einer Oxfordfauna von Mtaru in Deutsch-Ost Africa, nach den von Dr. Stuhlmann gesammeltem Material.* (Mittheilungen des naturhistorischen Museum in Hamburg, x. 2. 1893, 26 p., 3 pl.)

[2] K. Futterer. *Beiträge zur Kenntniss des Jura in Ost-Africa*, I-III. (Zeitschrift d. Deutsch. Geol. Ges. 1894, 46e vol. 49 p., 6 pl.)

[3] Le R. P. Rooney, des missions portugaises d'Angola, m'a remis un fragment de *Perisphinctes* de Mombasa, qui par son ornementation diffère des formes signalées, par M. Futterer, quoique la coupe soit à peu près la même que celle des deux espèces représentées: *Per. Pottingeri* Waag, et *Per. Beyrichi*, Futt. Les côtes de cet exemplaire sont droites sur les flancs, et à peine inclinées en avant sur le dos. Ce fragment appartient évidemment au groupe des *Annulato-costati* et pourrait être classé comme *P. colubrinus*, si ce terme ne prêtait pas autant à confusion. Le dessin des cloisons n'est pas visible.

Hildebrand, et en outre, les récoltes de M. G. Lieder à Tanga, localité située au Nord de Zanzibar, comme Mtaru, et les récoltes de M. von dem Borne à Saadani au Sud de Zanzibar.

Les espèces de ces quatre localités, se retrouvant dans les dépôts mieux connus de l'Europe et de l'Inde donnent les résultats stratigraphiques suivants :

Callovien : Saadani.
Oxfordien inférieur : Saadani, Mtaru, Mombasa.
Oxfordien supérieur : Mtaru, Tanga, Mombasa.
Kimméridgien : Tanga, Mombasa.
Tithonique : Mombasa.

Le faciès de ces faunes se rapproche de celui de l'Inde et s'éloigne de celui de la colonie du Cap, il confirme donc l'hypothèse émise par Neumayr d'une mer jurassique reliant l'Inde à l'Afrique orientale, mais séparée de la mer qui baignait le Cap, par un continent comprenant la partie orientale de Madagascar et la Zambézie méridionale.

Cette hypothèse demande confirmation ; on ne sait à peu près rien sur le prolongement du Jurassique vers le Sud, car on ne le connait que par un exemplaire d'*Ammonite* recueilli en 1843 par un voyageur allemand «au Sud du fleuve Conducia, vers son embouchure», donc immédiatement au Nord de Moçambique. Malgré la bonne conservation de ce fossile, on ne peut pas dire avec certitude s'il appartient au Jurassique supérieur ou au Crétacique inférieur[1].

Espérons qu'un jour ou l'autre, un voyageur portugais aura assez d'intérêt scientifique pour recueillir ou faire recueillir des fossiles dans cette contrée, ce qui n'aurait pas seulement comme conséquence de jeter un peu de jour sur la constitution géologique de la province, mais aussi de faire avancer considérablement l'ensemble de la géographie zoologique du globe à l'époque jurassique.

Le gouvernement français ayant joint un géologue á l'expédition de Madagascar, nous aurons sans doute bientôt de nouveaux renseignements sur les terrains mésozoïques qui occupent la région orientale de cette île, mais a-t-on des raisons suffisantes pour admettre l'absence de Jurassique dans la partie voisine du continent africain ?

M. A. A. Freire d'Andrade a profité de sa mission pour la délimitation des frontières de Lourenço-Marques pour étudier la géologie des territoires portugais situés au Sud du Zambèze.

Son mémoire sur ce sujet, (voyez la liste bibliographique pour 1893) devant servir de thèse pour le concours à la chaire de géologie, à l'École Polytechnique, n'est pas encore mis en distribution, mais nous savons par son auteur qu'il n'y a pas rencontré de terrains secondaires au dessus de la formation de Karoo, mais comme la majeure partie de la contrée est masquée par des ter-

[1] Neumayr. *Die geographische Verbreitung der Juraformation.* Wien, 1885.

rains de recouvrement il nous semble qu'elle est encore trop peu parcourue pour que l'on puisse affirmer qu'il y existe une lacune entre la formation de Karoo et l'Eocène.

Timor et Rotti

Un géologue suisse, M. Rothpletz[1], vient de publier une description des fossiles découverts par un naturaliste hollandais, M. Wichmann, dans les îles de Timor et de Rotti. M. Wichmann se rendait à l'île de Flores, mais les difficultés de la traversée le firent séjourner à Kupang, et il en profita pour étudier les environs de cette ville.

On savait depuis 1865 qu'un petit ruisseau de l'île de Timor, nommé Ajer mati, contient des fossiles paléozoïques, qui avaient été attribués au Carbonique[2] et au Triasique, tandis que les nouvelles récoltes, beaucoup plus abondantes, mettent hors de doute qu'il s'agit d'un gisement permique.

Cette formation n'affleure pas sur l'île de Rotti, mais les éruptions boueuses amènent au jour des fossiles démontrant qu'elle existe au dessous des roches affleurant.

Les espèces reconnues jusqu'à ce jour montent à une soixantaine, dont 41 sont rigoureusement déterminables. De ces 41 espèces, 22 sont spéciales à Timor, les 19 autres permettant une comparaison avec le Paléozoïque des autres contrées, comparaison qui fait voir de grands rapprochements avec le Permique de l'Inde et de l'Arménie.

L'île de Rotti contient par contre des affleurements d'âge triasique, appartenant au faciès alpin. Ce sont des calcaires contenant en quantité des empreintes des genres *Monotis* et *Hallobia*, comme c'est le cas dans les Alpes orientales et en Sicile.

Ces calcaires se trouvent dans la partie septentrionale de l'île, tandis que la partie orientale présente des volcans boueux, dont les cônes de déjection contiennent des fossiles jurassiques.

Ces fossiles jurassiques appartiennent à 14 espèces, dont 4 seulement sont en état de conservation suffisamment bon pour permettre une détermination certaine. Néanmoins ils font voir que plusieurs étages du Jurassique se trouvent représentés dans le sous-sol. Ce sont: le Lias inférieur, le Lias supérieur, la base et le sommet du Jurassique moyen, et probablement aussi la base du Jurassique supérieur.

[1] *Die Perm—Trias und Jura—Formation auf Timor und Rotti indischen Archipel.* (Palaeontographica, vol. 39, pag. 57-106, pl. IX-XIV), 1892.

[2] Beyrich. *Veber eine Kohlenkalkfauna von Timor.* Abhandl. Akad.—Berlin, 1865.

Un autre naturaliste hollandais, le Dr. H. ten Kate[1] a passé trois années dans le groupe d'îles de Timor et en Polynésie, et a fait progresser les connaissances géographiques et géologiques sur les iles de Timor, de Rotti, de Soumba et de Saman.

1 Tidschrift van het kon. Nederlandsch Aardrykskundig Genostschap, Leyde, 1894.

Lettre d'un naturaliste danois en passage à Lisbonne au siècle dernier[1]

Lisbonne le 10 fevrier 1794.—Monsieur.—Je vous prie de vouloir bien agréer mes remerciements du beau présent, dont vous aviez la bonté de me gratifier avant mon départ de Madrid, ces belles pièces seront gardées comme un souvenir bien cher d'une personne sçavante et aimable, dont j'aurois desiré pouvoir cultiver la connaissance plus longtems; car Monsieur Vous réunissez les rares qualités de posséder des connaissances profondes et solides avec une grande et modeste affabilité communicative.

Je m'arrête à présent dans un pays bien intéressant pour le géognoste. Toute la rive méridionale de Lisbonne est Basalt sur lequel sont posés des rochers de marbre. Ce Basalt ne contient aucune marque du feu et paroit entièrement un produit de Neptune. Il n'offre point des prismes—mais il est fendu en pièces de formes irrégulières. La couche supérieure se descompose très facilement, plus au fond il est très dur, compacte et uniforme dans la fracture—à mesure que la montagne descend vers l'embouchure du Tage le Basalt contient de plus en plus de l'olivine, le horneblende et l'augit de Werner. Ici on regarde généralement ce Basalt comme une espèce de lave, parceque on en trouve beaucoup qui est poreux, c'est à dire, qu'il contient de cavités rondes et vuides (*ovoïdes?*), mais ces trous ou petites cavités sphériques ne sont autres choses, que le vuide que laisse l'olivin lorsqu'il est descomposé. Il est assez remarquable, que l'olivin se descompose si facilement, et que le horneblende et l'augit résistent si parfaitement à l'action de l'eau et de l'atmosphère. Sous cette couche de Basalt il y a une couche de gravier, et sous le gravier une couche de charbon de pierre dont la mer parfois jette quelques pièces sur le bord. Demain je passerai de l'autre côté de la rivière où on dit qu'il n'y a que du marbre.

Le Cabinet du Prince du Brasil contient beaucoup de choses rares et précieuses, en tout genre—une pièce de cuivre natif cristalisé en cubes, de l'Isle de Timore—de l'or natif en octaèdres—de beaux groupes de cristaux de Roche qui contiennent richement de l'or natif—un cristal de Roche en forme de

[1] Cette lettre de M. Abildgaard, fondateur de la Société d'Histoire naturelle de Copenhague et secrétaire de l'Académie des sciences du Danemark, se trouve dans les archives d'Alcalá de Henares; elle fait partie des papiers de D. Francisco de Angulo, directeur général des Mines d'Espagne et plus tard ministre du Commerce, etc. Elle y a été découverte par M. Gabriel Puig y Larraz, ingénieur à la Commission de la carte géologique d'Espagne, qui a eu l'obligeance de m'en envoyer une copie.—Paul Choffat.

UMMARIO:

massue d'Hercule de 4 pouces de long sur 1 p. de largeur qui ... natif[1], le tout du Brasil—une mine de fer bleu très spongieux ... prend ici pour des pieces d'os pétrifiés, mais examiné au m... sente une masse de petits cristaux d'un beau bleu céleste.—Ce ... fusible au chalumeau et n'est autre chose que le fer minéralisé avec ... phorique. La collection des oiseaux, des poissons et des coquilles ... tient beaucoup de choses nouvelles, qui mériteroient d'être ... rester enterrées ici sans aucune utilité. A un couvent ici j'ai vu ... en cristallisation parfaite et d'une belle transparence sans aucun ... qui contient un autre cristal de Roche blanc d'un pouce de ... aux deux bouts en pyramide. Ce même améthyste, qui est de ... longeur sur un pouce de largeur contient en outre une grosse ... mobile. Mais est inutile, que je vous fasse l'énumération des choses ... fait plaisir de voir ici, peut être elles vous intéresseront moins, ... rité ce ne sont que des choses curieuses—et tout ce qui est curieux ... pas instructif pour cela.

Vous aviez la bonté Monsieur de me promettre une lettre de ... dation pour Almaden—oserai-je vous faire souvenir de cette bonne ... Je conte partir d'ici pour Cadiz par terre au commencement du mois ... le 6 ou le 8. Vous me feriez un plaisir infini, Monsieur, si vous pouviez ... ner quelque Commission par laquelle je pourrai dans le fait vous prouver ... estime illimitée et ma parfaite reconnoissance. En quittant l'Espagne ... mencement d'avril je vais à Florence, Rome, Naples, de là par la H... Angleterre et j'espère être de retour dans ma patrie au mois de janvier ... prochaine; si dans aucun de ces pays je puis vous être util à quelques ... vous prie d'ordonner de moi.

J'ai l'honneur d'être avec l'estime la plus distinguée,

Monsieur

Votre très humble et très obéissant ...

Abildgaard.

Mon adresse à Lisbonne est à l'Ajuda dans la maison de son Ex... Don Alexandre de Sousa et Holstein.

(Sur l'adresse) à Monsieur—Monsieur d'Angulo, directeur des Min... Majesté le roi d'Espagne—à Madrid.

[1] D'après une communication de M. Jacintho Pedro Gomes, naturaliste d... tion minéralogique du Musée National, cet échantillon est le seul des échanti... tés, qui se trouve dans cet établissement.

MARIO :

massue d'Hercule de 4 pouces de long sur 1 p. de large [illegible]
natif[1], le tout du Brasil—une mine de fer bleu [illegible]
prend ici pour des pieces d'os pétrifiés, mais examine [illegible]
sente une masse de petits cristaux d'un beau bleu celeste [illegible]
fusible au chalumeau et n'est autre chose que le fer mineral [illegible]
phorique. La collection des oiseaux, des poissons et [illegible]
tient beaucoup de choses nouvelles, qui mériteroient d'[illegible]
rester enterrées ici sans aucune utilité. A un couvent ici j'ai [illegible]
en cristallisation parfaite et d'une belle transparence sans aucun [illegible]
qui contient un autre cristal de Roche blanc d'un pouce de [illegible]
aux deux bouts en pyramide. Ce même améthyste, qui est de [illegible]
longeur sur un pouce de largeur contient en outre une grosse [illegible]
mobile. Mais est inutile, que je vous fasse l'énumération des [illegible]
fait plaisir de voir ici, peut être elles vous intéresseront moins, [illegible]
rité ce ne sont que des choses curieuses—et tout ce qui est curieux [illegible]
pas instructif pour cela.

Vous aviez la bonté Monsieur de me prometre une lettre [illegible]
dation pour Almaden—oserai-je vous faire souvenir de cette bonté [illegible]
Je conte partir d'ici pour Cadiz par terre au commencement du [illegible]
le 6 ou le 8. Vous me feriez un plaisir infini, Monsieur, si vous [illegible]
ner quelque Commission par laquelle je pourrai dans le fait vous [illegible]
estime illimitée et ma parfaite reconnoissance. En quittant l'Espagne [illegible]
mencement d'avril je vais à Florence, Rome, Naples, de là par la [illegible]
Angleterre et j'espére être de retour dans ma patrie au mois de janvier [illegible]
prochaine; si dans aucun de ces pays je puis vous être util à quelque [illegible]
vous prie d'ordonner de moi.

J'ai l'honneur d'être avec l'estime la plus distinguée,

Monsieur

Votre très humble et très obéissant [illegible]

Abildgaard.

Mon adresse à Lisbonne est à l'Ajuda dans la maison de son Ex[illegible]
Don Alexandre de Sousa et Holstein.

(Sur l'adresse) à Monsieur=Monsieur d'Angulo, directeur des Mi[illegible]
Majesté le roi d'Espagne=à Madrid.

[1] D'après une communication de M. Jacintho Pedro Gomes, naturaliste [illegible]
tion minéralogique du Musée National, cet échantillon est le seul des échant[illegible]
tés, qui se trouve dans cet établissement.

O:

massue d'Hercule de 4 pouces de long sur 1 p. de [illegible] natif[1], le tout du Brasil — une mine de fer bleu [illegible] prend ici pour des pieces d'os pétrifiés, mais examiné [illegible] sente une masse de petits cristaux d'un beau bleu celeste — [illegible] fusible au chalumeau et n'est autre chose que le fer mineralisé [illegible] phorique. La collection des oiseaux, des poissons et des [illegible] tient beaucoup de choses nouvelles, qui mériteroient d'[illegible] rester enterrées ici sans aucune utilité. A un couvent ici j'ai vu [illegible] en cristallisation parfaite et d'une belle transparence sans aucune [illegible] qui contient un autre cristal de Roche blanc d'un pouce de [illegible] aux deux bouts en pyramide. Ce même améthyste, qui est de [illegible] longeur sur un pouce de largeur contient en outre une grosse [illegible] mobile. Mais est inutile, que je vous fasse l'énumération des [illegible] fait plaisir de voir ici, peut être elles vous intéresseront moins, [illegible] rité ce ne sont que des choses curieuses — et tout ce qui est curieux [illegible] pas instructif pour cela.

Vous aviez la bonté Monsieur de me prometre une lettre de [illegible] dation pour Almaden — oserai-je vous faire souvenir de cette [illegible] Je conte partir d'ici pour Cadiz par terre au commencement du [illegible] le 6 ou le 8. Vous me feriez un plaisir infini, Monsieur, si vous [illegible] ner quelque Commission par laquelle je pourrai dans le fait vous [illegible] estime illimitée et ma parfaite reconnoissance. En quittant l'Espagne [illegible] mencement d'avril je vais à Florence, Rome, Naples, de là par la [illegible] Angleterre et j'espère être de retour dans ma patrie au mois de janvier [illegible] prochaine; si dans aucun de ces pays je puis vous être util à quelque [illegible] vous prie d'ordonner de moi.

J'ai l'honneur d'être avec l'estime la plus distinguée,

Monsieur

Votre très humble et très obéissant [illegible]

Abildgaard.

Mon adresse à Lisbonne est à l'Ajuda dans la maison de son Ex[illegible] Don Alexandre de Sousa et Holstein.

(Sur l'adresse) à Monsieur = Monsieur d'Angulo, directeur des Mi[illegible] Majesté le roi d'Espagne = à Madrid.

[1] D'après une communication de M. Jacintho Pedro Gomes, naturaliste [illegible] tion minéralogique du Musée National, cet échantillon est le seul des échant[illegible] tés, qui se trouve dans cet établissement.

RIO:

massue d'Hercule de 4 pouces de long sur 1 p. de [illegible]
natif[1], le tout du Brasil—une mine de fer bleu [illegible]
prend ici pour des pieces d'os pétrifiés, mais [illegible]
sente une masse de petits cristaux d'un beau bleu [illegible]
fusible au chalumeau et n'est autre chose que le fer [illegible]
phorique. La collection des oiseaux, des poissons et des [illegible]
tient beaucoup de choses nouvelles, qui mériteroient [illegible]
rester enterrées ici sans aucune utilité. A un couvent [illegible]
en cristallisation parfaite et d'une belle transparence sans [illegible]
qui contient un autre cristal de Roche blanc d'un pouce de [illegible]
aux deux bouts en pyramide. Ce même améthyste, qui est [illegible]
longeur sur un pouce de largeur contient en outre une grosse [illegible]
mobile. Mais est inutile, que je vous fasse l'énumération des [illegible]
fait plaisir de voir ici, peut être elles vous intéresseront moins [illegible]
rité ce ne sont que des choses curieuses—et tout ce qui est curieux [illegible]
pas instructif pour cela.

Vous aviez la bonté Monsieur de me promettre une lettre de [illegible]
dation pour Almaden—oserai-je vous faire souvenir de cette [illegible]
Je conte partir d'ici pour Cadiz par terre au commencement du [illegible]
le 6 ou le 8. Vous me feriez un plaisir infini, Monsieur, si vous [illegible]
ner quelque Commission par laquelle je pourrai dans le fait vous [illegible]
estime illimitée et ma parfaite reconnoissance. En quittant l'Espagne [illegible]
mencement d'avril je vais à Florence, Rome, Naples, de là par [illegible]
Angleterre et j'espère être de retour dans ma patrie au mois de janvier [illegible]
prochaine; si dans aucun de ces pays je puis vous être util à quelque [illegible]
vous prie d'ordonner de moi.

J'ai l'honneur d'être avec l'estime la plus distinguée,

Monsieur

Votre très humble et très obéissant [illegible]

Abildgaard.

Mon adresse à Lisbonne est à l'Ajuda dans la maison de son Ex[illegible]
Don Alexandre de Sousa et Holstein.

(Sur l'adresse) à Monsieur=Monsieur d'Angulo, directeur des M[illegible]
Majesté le roi d'Espagne=à Madrid.

[1] D'après une communication de M. Jacintho Pedro Gomes, naturaliste [illegible]
tion minéralogique du Musée National, cet échantillon est le seul des échan[illegible]
tés, qui se trouve dans cet établissement.

massue d'Hercule de 4 pouces de long sur 1 p. de largeur qui contient de l'or natif[1], le tout du Brasil — une mine de fer bleu très spongieux et friable, qu'on prend ici pour des pieces d'os pétrifiés, mais examiné au microscope il présente une masse de petits cristaux d'un beau bleu céleste. — Ce minéral est très fusible au chalumeau et n'est autre chose que le fer minéralisé avec l'acide phosphorique. La collection des oiseaux, des poissons et des coquilles est riche et contient beaucoup de choses nouvelles, qui mériteroient d'être décrites et non de rester enterrées ici sans aucune utilité. A un couvent ici j'ai vu un bel améthiste en cristallisation parfaite et d'une belle transparence sans aucun secours de l'art, qui contient un autre cristal de Roche blanc d'un pouce de longeur, terminé aux deux bouts en pyramide. Ce même améthyste, qui est de trois pouces de longeur sur un pouce de largeur contient en outre une grosse goutte d'eau très mobile. Mais est inutile, que je vous fasse l'énumération des choses, qui m'ont fait plaisir de voir ici, peut être elles vous intéresseront moins, puisque à la vérité ce ne sont que des choses curieuses — et tout ce qui est curieux et rare n'est pas instructif pour cela.

Vous aviez la bonté Monsieur de me promettre une lettre de recommandation pour Almaden — oserai-je vous faire souvenir de cette bonne promesse. Je conte partir d'ici pour Cadiz par terre au commencement du mois prochain, le 6 ou le 8. Vous me feriez un plaisir infini, Monsieur, si vous pouviez me donner quelque Commission par laquelle je pourrai dans le fait vous prouver mon estime illimitée et ma parfaite reconnoissance. En quittant l'Espagne au commencement d'avril je vais à Florence, Rome, Naples, de là par la Hollande en Angleterre et j'espère être de retour dans ma patrie au mois de janvier de l'année prochaine; si dans aucun de ces pays je puis vous être util à quelques choses je vous prie d'ordonner de moi.

J'ai l'honneur d'être avec l'estime la plus distinguée,

Monsieur

Votre très humble et très obéissant serviteur.

Abildgaard.

Mon adresse à Lisbonne est à l'Ajuda dans la maison de son Excellence Don Alexandre de Sousa et Holstein.

(Sur l'adresse) à Monsieur = Monsieur d'Angulo, directeur des Mines de sa Majesté le roi d'Espagne = à Madrid.

[1] D'après une communication de M. Jacintho Pedro Gomes, naturaliste de la section minéralogique du Musée National, cet échantillon est le seul des échantillons cités, qui se trouve dáns cet établissement.

SUMMARIO:

XI

SUR LES DOLOMIES DES TERRAINS MÉSOZOÏQUES DU PORTUGAL

PAR

PAUL CHOFFAT[1]

Sommaire.

L'origine de la dolomie a occupé les géologues depuis le commencement du siècle. Un grand nombre de théories ont été émises, les unes ont été reconnues fausses, d'autres sont certainement exactes, mais leurs auteurs ont parfois eu le tort de vouloir les appliquer à tous les cas, tandis qu'il est actuellement bien démontré que la dolomie s'est formée dans des circonstances diverses.

Dans les lignes qui suivent, je n'ai pas eu en vue d'examiner ces différentes théories, mais uniquement d'exposer des observations et

[1] Publications du même auteur citées en abrégé dans le cours du travail:

1880. Lias et Dogger.—*Etude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal.* 1re livraison, *Le Lias et le Dogger au Nord du Tage.* (Mém. Section des trav. géol.).

1885. Crétacique.—*Recueil de monographies stratigraphiques sur le Système crétacique du Portugal.* 1re étude, *Contrées de Cintra, de Bellas et de Lisbonne.* (Idem).

1887. Sud du Sado.—*Recherches sur les terrains secondaires au Sud du Sado.* (Communicações, t. I, p. 222).

1896. *Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal.* (Vierteljarsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zurich, t. XLI).

des analyses relatives aux dolomies portugaises et de fournir ainsi des données à ceux qui voudront traiter cette question d'une façon générale.

A la suite de plusieurs autres géologues[1] j'ai déjà eu l'occasion d'appeler l'attention sur les erreurs d'appréciation auxquelles peut entraîner l'*aspect dolomitique* des roches calcaires. Or, la connaissance de la distribution de la magnésie dans les terrains mésozoïques du Portugal étant fort importante pour les études de paléo-géographie, j'ai profité de l'amabilité de M. Ramiro Marcher Larchal, directeur de la Station chimico-agricole de Lisbonne, pour faire analyser des roches à aspect dolomitique, appartenant aux différents termes de la série mésozoïque des diverses régions du pays.

Ces analyses, au nombre de 34, ont été faites au laboratoire de la Station, sous la direction de M. le dr. Mastbaum, qui y a mis la plus grande complaisance.

Je parlerai en outre de quelques autres analyses du même chimiste, et d'autres analyses, publiées par M. J. da P. Castanheira das Neves, directeur du bureau d'essai de la 3[e] circonscription hydraulique.

Rappelons en premier lieu que dans la dolomie typique, $MgCO^3 + CaCO^3$, le rapport de la magnésie à la chaux est de 1:1,35 (magnésie = 22,40; chaux = 30,40; acide carbonique = 47).

Pour pouvoir juger si nous avons affaire à une roche dolomitique, nous ne devons pas nous baser sur le rapport de la magnésie à la totalité de l'échantillon, mais bien sur le rapport de la magnésie à la chaux.

En effet, la majeure partie des roches magnésiennes contiennent des matières indifférentes, provenant en partie de dépôts chimiques, et en majeure partie du flottage ou du charriage, noyées dans un ciment pouvant être dolomitique; or c'est la composition de ce ciment qu'il importe de connaître.

Nous citerons comme exemples les numéros 5 et 10, qui n'ont que

[1] Les «dolomies portlandiennes» de S[t] Imier, dans le Jura Bernois, contiennent au maximum 10 % de magnésie, généralement 1 à 2 % ou même moins (Duparc), tandis que des roches du Jurassique supérieur de Montbéliard n'ayant nullement l'aspect dolomitique en contiennent 4 % (Muston).

9,46 et 4,75 % de magnésie et ne pourraient donc pas être considérés comme dolomitiques si l'on ne faisait pas déduction des matières indifférentes qui sont dans la proportion de 43,29 et 72,81 %, tandis que la chaux ne comporte que 20,43 et 9,63 %.

Le rapport de la magnésie à la chaux est donc de 1:2,1 et 1:2,3; le ciment liant les matières indifférentes n'est assurément pas de la dolomie typique, mais on peut le qualifier de dolomitique. La roche en elle-même ne peut pas être qualifiée de dolomie, mais doit être désignée la première comme roche arénarée à ciment dolomitique, l'autre comme roche argileuse à ciment dolomitique.

Dans le choix des échantillons destinés à l'analyse, j'ai cherché si chaque division stratigraphique contient des roches dolomitiques, et pour cela, je me suis basé sur l'*aspect dolomitique*, ce qui est assurément arbitraire. D'un autre côté, nous verrons que la présence d'un lit fortement dolomitique au milieu de strates ayant à peu près la même apparence, ne doit pas faire conclure que les autres lits sont aussi dolomitiques.

I. Examen des roches magnésiennes d'après l'ordre chronologique

TERRAINS PALÉOZOÏQUES DE L'ALEMTEJO

Dans une étude sur quelques chaux hydrauliques et magnésiennes du pays, M. Castanheira das Neves [1] donne l'analyse de six roches magnésiennes provenant du Paléozoïque.

Quoique je ne connaisse pas les localités d'où elles proviennent, et que mon but soit de parler des roches des terrains mésozoïques, je ne puis laisser ces données sans les reproduire.

Trois de ces roches proviennent des environs de Montemór-o-Novo, dans le district d'Evora; ce sont les n^{os} 294 et 376, carrières du domaine de Caeira, et 373 carrières de Sá-Durão, domaine da Defeza-Grande.

Les trois autres proviennent de l'Ecole d'agriculture de Villa-Fernando, dans le concelho d'Elvas. Ce sont: n^{os} 577 et 579 Valla-da-Pedreira et 581 Monte-do-Outeiro.

[1] J. P. Castanheira das Neves. *Estudos sobre algumas caes hydraulicas e magnesianas nacionaes.* (Revista de obras publicas e minas, t. XXIII, p. 207 a 304, 1892).

		Montemór-o-Novo			Villa Fernando	
		Nº 294	Nº 373	Nº 376	Nº 577	Nº 579	Nº 581
a	SiO^2	2,23	6,22	1,72			
a	Al^2O^3	1,00	2,20	1,18	12,14	13,69	18,19
a	Fe^2O^3	1,73	1,08	1,45			
b	CaO	29,63	28,03	31,08	36,04	32,44	31,14
b	MgO	19,13	19,51	20,15	10,18	11,51	11,08
	CO^2	44,39	42,76	41,40	25,03	24,77	27,44
	Indéterminés (et eau dans les colonnes 4 à 6)	1,79	0,20	3,02	16,61	17,59	12,15
	Rapport MgO à CaO	1:1,51	1:1,43	1:1,54	1:3,53	1:2,82	1:2,81

Nous voyons que sur ces 6 roches, celles des environs de Montemór-o-Novo se rapprochent beaucoup plus de la dolomie que celles de Villa-Fernando.

Le rapport de la magnésie à la chaux se trouve dans les premières entre 1:1,43 et 1:1,54, tandis qu'il n'est que de 1:2,81 à 1:3,53 dans les deuxièmes.

Avec ces roches calcaires, M. Castanheira das Neves a fait analyser les échantillons de chaux qui lui ont été adressés comme ayant été fabriqués avec les mêmes pierres. Il est curieux que la proportion de magnésie soit au contraire plus forte dans la chaux de Villa-Fernando (1:1,4 à 1:1,8) que dans celle de Montemór (1:2,43 à 1:4,2).

Par contre un échantillon de chaux de cette dernière localité, dont on n'avait pas envoyé la roche correspondante, présente la relation de 1:1,5.

On peut expliquer ces anomalies en supposant que les carrières fournissant ces pierres à chaux présentent des bancs de composition diverse.

En plus des chaux de ces deux contrées, nous trouvons les analyses d'une chaux de Escusa dans le concelho de Marvão et de quatre chaux des environs d'Aviz.

Dans la 1re, la magnésie est à la chaux dans la proportion de 1:1,63 et dans les autres dans les proportions de 1:1,5; 1:1,9; 1:2,4 et 1:8,4.

D'après ce que me dit M. J. F. N. Delgado, il est probable que les calcaires de Montemór-o-Novo proviennent de l'Archéen, ceux d'Aviz de l'Archaïque ou du Silurique, ceux de Villa-Fernando du Cambrien et ceux d'Escusa du Dévonique.

COUCHES DE PEREIROS

Nord du Tage, affleurements de l'intérieur.

N° 1.—Moulin de Dagorda.—Plaques plus ou moins minces de calcaire dur, jaune verdâtre, fossilifère, à vacuoles remplies d'une substance ocreuse.

A,[1] 1:1,7 B.[2] 77,16 %

N° 2.—Cabeço à deux kilomètres au Sud du calvaire de Matacães.—Roche brune, saccharoïde, que l'on prendrait facilement pour un grès très fin, quoiqu'il ne contienne que 2 % de matières insolubles; contenant des fossiles et des vacuoles avec matière ocreuse.

A, 1:1,6. B, 92,26 %

N° 3.—700 mètres au Sud de Soure.—Calcaire fossilifère, compact, gris avec petites inclusions amorphes, jaune clair, et nombreux petits cristaux lui donnant l'aspect arénacé. Il forme des plaques minces dans des strates marneuses.

A, 1:3,4. B, 89,25 %

Nord du Tage, bande orientale.

N° 4.—600 mètres au Sud de l'église de Moita près Anadia.—Plaques de calcaire blanc jaunâtre, à aspect très marneux, quoiqu'il ne contienne que 6,3 % de substances indifférentes; très fossilifères.

A, 1:2,8. B, 92,34 %

N° 5.—Couche 7 de la coupe de Pereiros (Lias et Dogger, p. 3).—

[1] A. Rapport de la magnésie à la chaux.
[2] B. Somme des carbonates de magnésie et de chaux.

Plaques fossilifères brun clair, avec sable et mica si fins que l'on pourrait facilement ne pas remarquer que c'est une roche arénarée.

A, 1:2,1. B, 56,35 %.

Nº 0.—Une analyse qualitative de la couche 9 de la même coupe a indiqué une forte proportion de magnésie. C'est un calcaire gris blanchâtre, avec nombreux fossiles.

Chaîne de l'Arrabida.

Nº 6.—Cezimbra.—Calcaire à aspect un peu marneux, gris cendré, fossilifère.

A, 1:1,5. B, 90,03 %.

S. Thiago-de-Cacem.

Nº 7.—Couche 4 de la coupe publiée (Sud du Sado, p. 300).—Calcaire feuilleté, gris clair, ressemblant au Wellenkalk du Trias allemand, mais sans être ondulé. Aspect siliceux et non dolomitique.

A, 1:1,6. B. 87,80 %.

Algarve.

Nº 8.—Silves.—Plaquettes fossilifères, très dures, à aspect siliceux, jaune clair, avec vacuoles remplies d'une matière jaune ocre.

A, 1:1,44. B, 87,81 %.

COUCHES DE COIMBRA (Sinémurien, partim)

Nord du Tage, affleurements occidentaux.

Nº 9.—Cabeço au Nord de la quinta de Portucheira près de Matacães.—Plaques de calcaire rubanné, gris noirâtre, avec lits jaunâtres passant parfois à des vacuoles remplies d'une matière pulvérulente jaune clair. La roche est très dure et a l'aspect siliceux quoique le résidu insoluble soit très faible.

A, 1:66,4. B, 94,90 %.

Nº 10.—Canal dans la promenade de Caldas-da-Rainha.—Calcaire noir, à structure irrégulière, à aspect argileux.

A, 1:2,3. B, 27,17 %.

Nº 11.—Serra d'El-Rei.—Calcaire compact gris cendré, à reflets résineux. Nombreux fossiles à l'état de moules.

A, 1:1,21. B, 97,62 %.

Nº 12.— Essai de mine à Traz-do-Outeiro, près d'Obidos.— Calcaire saccharoïde, brun foncé.

A, 1:1,6. B, 96,77 %.

Nº 13.— Près du cimetière de Soure.— Lumachelle compacte à aspect argileux, couleur jaune-brun.

A, 1:6,4. B. 85,30 %.

Nº 14.— S. Pedro-de-Muel, au bord de l'Océan.— Calcaire gris, en bancs bien lités, n'ayant pas l'aspect dolomitique. Faune riche.

A, 1:39,6. B, 91,23 %.

Nord du Tage, bande orientale.

Nº 15.— Coimbre. Partie inférieure des calcaires exploités en carrière dans le quartier de Sª Cruz.— Calcaire gris-foncé en plaques à surface irrégulière, avec traces de fossiles. N'a pas du tout l'aspect dolomitique, mais plutôt celui de calcaire légèrement argileux.

A, 1:1,5. B, 93,67 %.

Trois roches provenant des strates moyennes ou supérieures du même massif ont été examinées qualitativement. Les deux premières ont été recueillies dans le balast de la route de Condeixa, à 2 kilomètres de Coimbre.

Nº 0.— Roche caverneuse, jaune d'ocre, avec inclusions grises et blanches, aspect de tuf.— Peu de magnésie.

Nº 0.— Roche très compacte, très dure, jaune ocre foncé; à la loupe on voit que son grain est finement cristallin.— Silicate.

Nº 0.— Roche compacte, amorphe, jaune clair, aspect de dolomie marneuse.— Beaucoup de magnésie.— Elle provient de la partie supérieure du massif dolomitique, près de Cruz-de-Moroiços.

Nº 16.— Un kilomètre N. 50º O. de Lombo.— Roche fossilifère, jaune clair, amorphe, à aspect de dolomie marneuse.

A, 1:1,9. B, 98,77 %.

Nº 17.— Pedreira près de Thomar.— Roche fossilifère, amorphe, jaune d'ocre plus ou moins clair, aspect moins dolomitique que la précédente.

A, 1:1,7. B, 92,05 %.

S. Thiago-de-Cacem.

Nº 18.— Nº 6 de la coupe publiée en 1887, page 301.— Roche

rose intense, très compacte, finement cristalline. Aspect de grès à grain très fin.

A, 1:0,92. B, 94,13 %.

Près du moulin de Casoto, ce calcaire a l'aspect d'un pétrosilex, l'effervescence avec les acides est presque nulle. L'érosion agit sur ce calcaire suivant des lignes droites, déterminées par des fissures extrêmement étroites, de sorte que les surfaces érodées prennent parfois l'aspect de dolomies cloisonnées.

N° 0.— Dans la coupe que je viens de citer, je mentionne que la couche sous-jacente est un calcaire très compacte très dur, à aspect siliceux, ne faisant qu'une faible effervescence avec les acides, et contenant beaucoup de magnésie. Sa couleur est blanc verdâtre ou blanc rosé.

La couche 7 est par contre une roche jaune, à apparence de dolomie cloisonnée, empâtant des silex bruns; elle ne fait qu'une faible effervescence avec les acides et ne contient presque pas de magnésie.

LIAS D'ÂGE INDÉTERMINÉ

N° 19.— Entre Belixe et Sagres.— Roche saccharoïde, compacte, gris-brun, par transparence jaune miel.

A, 1:2,5. B, 93,70 %.

N° 20.— Entre Benaçoitão et Murtinhal, échantillon que je n'ai pas recueilli personnellement, et qui pourrait provenir du Malm.— Roche saccharoïde, à vacuoles, couleur rougeâtre.

A, 1:1,8. B, 96,97 %.

N° 21.— Bemsafrim.— Roche à empreintes de fossiles, saccharoïde, gris clair.

A, 1:1,5. B, 99,01 %.

N° 22.— S. Bartholomeu.— Roche à empreintes de fossiles, très compacte, très dure, à aspect siliceux, montrant à la loupe une structure finement cristalline. Couleur gris foncé avec taches d'un rouge violacé.

A, 1:1,5. B, 97,25 %.

S. Thiago-de-Cacem.

N° 23.— J'ai décrit (Sud du Sado, p. 302) un massif de dolomies

plus ou moins marneuses, fossilifères, qui appartient soit au Lias moyen, soit au Lias supérieur.— Un échantillon de la roche fossilifère, assez compacte, provenant d'une carrière au N. O. de S. Thiago a donné:

A, 1:1,41. B, 97,36 %.

MALM

Les deux échantillons suivants proviennent du *Lusitanien supérieur*, couche 8, de la coupe de Loulé à S. João-da-Venda, publiée en 1887 (p. 264).

Nº 24.—Roche fossilifère, saccharoïde, avec vacuoles, blanche avec taches roses.

A, 1:1,9. B, 98,25 %.

Nº 25.—Roche analogue, mais entièrement blanche.

A, 1:1,5. B, 97,55 %.

Le *Malm supérieur* présente aussi des dolomies cristallines dans l'Algarve occidental. Il est possible que l'échantillon nº 20 en provienne.

URGONIEN

Nº 39.—Entre Mexilhoeira et Cascaes.—Roche saccharoïde, jaune clair, à cristaux très brillants. Vacuoles et fossiles fort rares.

A, 1:1,4. B, 98,88 %.

CÉNOMANIEN MARNEUX

Nº 26.—Juncal, au N. E. d'Alcobaça.—Calcaire marneux blanchâtre, amorphe, avec nombreux *Corbula* de petite taille.

A, 1:1,7. B, 94,42 %.

Nº 27.—Lares, couche K.—Calcaire blanc oolithique, avec quelques grains de quartz et de nombreux débris de fossiles brisés.

A, 1:55. B, 90,89 %.

Nº 28.—Lares, couche O.—Calcaire compacte, fossilifère, gris clair, à aspect de calcaire silico-argileux.

A, 1:1,8. B, 85,55 %.

Nº 29.—Meirinhas-de-cima, couche 16.—Calcaire marneux fossilifère, à petits grains de quartz, blanc jaunâtre, à aspect de dolomie marneuse.

A, 1:2,1. B, 70,44 %.

Les nºs 34 à 38 correspondent à la coupe du Monsanto publiée en 1885 (Crétacique, p. 58). Ces analyses ont été publiées par M. Mastbaum dans son étude des eaux d'alimentation de Lisbonne. Elles montrent les différences considérables qui peuvent exister dans la teneur en magnésie de strates superposées.

Nº 34......	A, 1: 8,05	—	B, 84,35 %
Nº 35......	A, 1: 1,61	—	B, 3,39 %
Nº 36......	A, 1:26, 0	—	B, 87,90 %
Nº 37......	A, 1: 2,22	—	B, 90,64 %
Nº 38......	A, 1:88, 0	—	B, 92,42 %

CÉNOMANIEN CALCAIRE ET TURONIEN

Nº 32.—Couches à Ammonites Vibrayanus de Lares.—Substitution du calcaire marneux fossilifère par une roche ayant l'apparence d'un grès argileux à grain de la plus grande finesse. Couleur grise, par places jaunâtre.

A, 1:1,8. B, 87,62 %.

Nº 33.—Couches à Ostrea columba major de Lares.—Calcaire blanchâtre ayant plutôt l'aspect marneux que dolomitique.

A, 1:21. B, 87,43 %.

Nº 0.—Turonien.—M. Castanheira das Neves[1] a donné l'analyse d'un calcaire marneux intercalé dans les bancs à *Rudistes* de la vallée d'Alcantara, entre les carrières du lieu-dit «Raton» et la fabrique de guano. On a essayé d'en faire du ciment.

La magnésie y est dans la proportion de 7,12 et la chaux dans

[1] *Loc. cit.*, p. 212.

celle de 36,91 %, ce qui donne le rapport 1:5,2. Les substances insolubles et le fer et l'alumine comportent 15,11 %.

N° 30.—Calcaire absolument analogue au n° 33, renfermant des empreintes de végétaux, intercalé dans les bancs à Rudistes de Padrão (Leiria).

A, 1:77. B, 95,73 %.

N° 31.—Algarve. Couche 8 de la coupe d'Estoy; (Sud du Sado, p. 280).—Roche à empreintes de fossiles, jaune clair. N'a pas l'aspect dolomitique, et est très finement cristalline.

A, 1:1,7. B, 90,42 %.

II. Groupement suivant la teneur en magnésie

D'après le rapport de la magnésie à la chaux, nous voyons 5 catégories.

A. Roches présentant plus de magnésie que la dolomie type (1:1,35).

N° 18.— *Couches de Coimbre,* à S. Thiago-de-Cacem.—Roche *saccharoïde,* de couleur rouge.

Rapport 1:0,92, soit 25,05 % de magnésie (52,60 % de carbonate de magnésie). Matières indifférentes 6,56 %.

N° 11.— *Couches de Coimbre,* à Serra d'El-Rei.—Roche compacte, grise, à *aspect de calcaire siliceux* plutôt que dolomitique.

Rapport 1:1,21 soit 22,87 % de magnésie (48 % de carbonate de magnésie). Substances indifférentes 2,18 %.

B. Un peu moins de magnésie que la dolomie type. Entre 1:1,4 et 1:2.

Cette classe, qui est la plus nombreuse, contient 21 échantillons, dont 5 appartiennent à l'Infra-Lias, 4 aux couches de Coimbre, 4 au Lias de l'Algarve et de S. Thiago, 2 au Malm, 1 à l'Urgonien, 3 au Cénomanien marneux et 2 aux strates supérieures du Crétacique. Il y aurait à y ajouter les 3 échantillons paléozoïques de Montemór-o-Novo.

D'après l'aspect on peut les diviser en:

Dolomies cristallines, nos 2, 12, 20, 21, 24, 25, 32. Matières indifférentes entre 0,78 et 10 %.

Dolomies marneuses, nos 16, 17, 23, 26. Matières indifférentes entre 0,84 et 8 %.

Aspect de calcaire marneux, nos 6 et 31. Matières indifférentes 9 et 11 %.

Aspect de calcaire siliceux, nos 7, 8, 22 et 28. Matières indifférentes entre 3 et 14 %.

Aspect calcaire franc, nos 1 et 15. Matières indifférentes 5 et 21 %.

C. Calcaires magnésiens. Entre 1:2 et 1:3,4.

Sept échantillons, dont 3 de l'Infralias, 1 des couches de Coimbre, 1 du Lias de l'Algarve et 2 du Cénomanien marneux.

Quant à l'aspect, nous voyons le n° 19 avec une texture plus cristalline que le n° 18, de la première catégorie! Les nos 4, 29 et 37 ont l'aspect de dolomies marneuses, les nos 3 et 4, celui de calcaire pur et de calcaire argileux, le n° 5 est un grès contenant 72,8 % de matières indifférentes; les autres en contiennent de 4,7 à 43 %.

D. De 1:5 à 1:8.

N° 13, de l'Infralias avec 1:6,4. Les deux autres échantillons proviennent du Crétacique, ce sont le n° 34 et les marno-calcaires essayés comme ciment à Alcantara.

Tous trois ont l'aspect de calcaires marneux; la proportion de matières indifférentes est entre 13 et 15 %.

E. Entre 1:20 et 1:88.

Parmi ces échantillons qui ne peuvent même plus porter le titre de calcaires magnésiens, il n'y a que les nos 9 et 38 qui aient l'aspect dolomitique (dolomie marneuse). Leur teneur en magnésie est dans le rapport de 1:66 et de 1:88, et pourtant les substances indifférentes sont en faible quantité, 3,36 et 7,60 %.

Les autres échantillons, nos 14, 27, 30, 33, 36 n'ont pas l'aspect dolomitique, et n'ont été analysés qu'à cause de leurs relations stratigraphiques avec des lits dolomitiques.

Dolomies cristallines, n^os^ 2, 12, 20, 21, 24, 25, 32. Matières indifférentes entre 0,78 et 10 %.

Dolomies marneuses, n^os^ 16, 17, 23, 26. Matières indifférentes entre 0,84 et 8 %.

Aspect de calcaire marneux, n^os^ 6 et 31. Matières indifférentes 9 et 11 %.

Aspect de calcaire siliceux, n^os^ 7, 8, 22 et 28. Matières indifférentes entre 3 et 14 %.

Aspect calcaire franc, n^os^ 1 et 15. Matières indifférentes 5 et 21 %.

C. Calcaires magnésiens. Entre 1:2 et 1:3,4.

Sept échantillons, dont 3 de l'Infralias, 1 des couches de Coimbre, 1 du Lias de l'Algarve et 2 du Cénomanien marneux.

Quant à l'aspect, nous voyons le n° 19 avec une texture plus cristalline que le n° 18, de la première catégorie! Les n^os^ 4, 29 et 37 ont l'aspect de dolomies marneuses, les n^os^ 3 et 4, celui de calcaire pur et de calcaire argileux, le n° 5 est un grès contenant 72,8 % de matières indifférentes; les autres en contiennent de 4,7 à 43 %.

D. De 1:5 à 1:8.

N° 13, de l'Infralias avec 1:6,4. Les deux autres échantillons proviennent du Crétacique, ce sont le n° 34 et les marno-calcaires essayés comme ciment à Alcantara.

Tous trois ont l'aspect de calcaires marneux; la proportion de matières indifférentes est entre 13 et 15 %.

E. Entre 1:20 et 1:88.

Parmi ces échantillons qui ne peuvent même plus porter le titre de calcaires magnésiens, il n'y a que les n^os^ 9 et 38 qui aient l'aspect dolomitique (dolomie marneuse). Leur teneur en magnésie est dans le rapport de 1:66 et de 1:88, et pourtant les substances indifférentes sont en faible quantité, 3,36 et 7,60 %.

Les autres échantillons, n^os^ 14, 27, 30, 33, 36 n'ont pas l'aspect dolomitique, et n'ont été analysés qu'à cause de leurs relations stratigraphiques avec des lits dolomitiques.

Dolomies cristallines, nos 2, 12, 20, 21, 24, 25, 32. Matières indifférentes entre 0,78 et 10%.

Dolomies marneuses, nos 16, 17, 23, 26. Matières indifférentes entre 0,84 et 8%.

Aspect de calcaire marneux, nos 6 et 31. Matières indifférentes 9 et 11%.

Aspect de calcaire siliceux, nos 7, 8, 22 et 28. Matières indifférentes entre 3 et 14%.

Aspect calcaire franc, nos 1 et 15. Matières indifférentes 5 et 21%.

C. Calcaires magnésiens. Entre 1:2 et 1:3,4.

Sept échantillons, dont 3 de l'Infralias, 1 des couches de Coimbre, 1 du Lias de l'Algarve et 2 du Cénomanien marneux.

Quant à l'aspect, nous voyons le n° 19 avec une texture plus cristalline que le n° 18, de la première catégorie! Les nos 4, 29 et 37 ont l'aspect de dolomies marneuses, les nos 3 et 4, celui de calcaire pur et de calcaire argileux, le n° 5 est un grès contenant 72,8% de matières indifférentes; les autres en contiennent de 4,7 à 43%.

D. De 1:5 à 1:8.

N° 13, de l'Infralias avec 1:6,4. Les deux autres échantillons proviennent du Crétacique, ce sont le n° 34 et les marno-calcaires essayés comme ciment à Alcantara.

Tous trois ont l'aspect de calcaires marneux; la proportion de matières indifférentes est entre 13 et 15%.

E. Entre 1:20 et 1:88.

Parmi ces échantillons qui ne peuvent même plus porter le titre de calcaires magnésiens, il n'y a que les nos 9 et 38 qui aient l'aspect dolomitique (dolomie marneuse). Leur teneur en magnésie est dans le rapport de 1:66 et de 1:88, et pourtant les substances indifférentes sont en faible quantité, 3,36 et 7,60%.

Les autres échantillons, nos 14, 27, 30, 33, 36 n'ont pas l'aspect dolomitique, et n'ont été analysés qu'à cause de leurs relations stratigraphiques avec des lits dolomitiques.

ROCHES MÉSOZ

Couches de Pereiros. Nor
»
»
»
»
» Arr
» S. T
» Alg

Couches de Coimbra. Nos
»
»
»
»
»
»
»
»
» S. 1

Lias indéterminé. Algarv

Dolomies cristallines, nos 2, 12, 20, 21, 24, 25, 32. Matières indifférentes entre 0,78 et 10 %.

Dolomies marneuses, nos 16, 17, 23, 26. Matières indifférentes entre 0,84 et 8 %.

Aspect de calcaire marneux, nos 6 et 31. Matières indifférentes 9 et 11 %.

Aspect de calcaire siliceux, nos 7, 8, 22 et 28. Matières indifférentes entre 3 et 14 %.

Aspect calcaire franc, nos 1 et 15. Matières indifférentes 5 et 21 %.

C. Calcaires magnésiens. Entre 1:2 et 1:3,4.

Sept échantillons, dont 3 de l'Infralias, 1 des couches de Coimbre, 1 du Lias de l'Algarve et 2 du Cénomanien marneux.

Quant à l'aspect, nous voyons le n° 19 avec une texture plus cristalline que le n° 18, de la première catégorie! Les nos 4, 29 et 37 ont l'aspect de dolomies marneuses, les nos 3 et 4, celui de calcaire pur et de calcaire argileux, le n° 5 est un grès contenant 72,8 % de matières indifférentes; les autres en contiennent de 4,7 à 43 %.

D. De 1:5 à 1:8.

N° 13, de l'Infralias avec 1:6,4. Les deux autres échantillons proviennent du Crétacique, ce sont le n° 34 et les marno-calcaires essayés comme ciment à Alcantara.

Tous trois ont l'aspect de calcaires marneux; la proportion de matières indifférentes est entre 13 et 15 %.

E. Entre 1:20 et 1:88.

Parmi ces échantillons qui ne peuvent même plus porter le titre de calcaires magnésiens, il n'y a que les nos 9 et 38 qui aient l'aspect dolomitique (dolomie marneuse). Leur teneur en magnésie est dans le rapport de 1:66 et de 1:88, et pourtant les substances indifférentes sont en faible quantité, 3,36 et 7,60 %.

Les autres échantillons, nos 14, 27, 30, 33, 36 n'ont pas l'aspect dolomitique, et n'ont été analysés qu'à cause de leurs relations stratigraphiques avec des lits dolomitiques.

ROCHES MÉSOZI

Couches de Pereiros. Nor

»

»

»

»

» Arr

» S. T

» Alg

Couches de Coimbra. Noi

»

»

»

»

»

»

»

»

» S. 1

Lias indéterminé. Algarv

III. Considérations sur la distribution chronologique des roches magnésiennes et sur les conditions de leur formation[1]

Nous avons vu que le *Paléozoïque* contient des roches fortement magnésiennes, quoique les échantillons analysés n'atteignent pas la proportion de la dolomie typique.

Il est peu probable que le Carbonique et le Permique en contiennent, et il en est de même des strates triasiques, qui ne sont composées que de matériaux de charriage.

Couches de Pereiros.— Ce n'est qu'à la partie supérieure de ce complexe arénacé que l'on trouve une alternance de strates de calcaires, à aspect marneux, généralement dolomitiques, aussi bien dans les affleurements les plus septentrionaux que dans ceux de l'Algarve.

Ces strates correspondent à l'Infralias et à la base du Sinémurien.

Au Nord du Tage on doit faire une distinction entre les affleurements de la bande orientale, où les marno-calcaires magnésiens alternent avec des grès, et les affleurements de l'intérieur et du bord oriental de l'aire mésozoïque (aires tiphoniques), qui ne présentent que peu de matériaux de charriage et où les plaques de calcaire sont plus compactes, quoique comprises dans des marnes.

Les affleurements occidentaux contiennent des roches tout aussi magnésiennes que celles des affleurements orientaux, qui étaient les plus rapprochés du rivage, mais l'ensemble est moins magnésien.

Ces strates contiennent du Nord au Sud une faune d'estuaire présentant fort peu de variété d'une région à l'autre. Les fossiles sont aussi abondants dans les strates les plus dolomitiques que dans celles qui le sont moins, mais la faune de ces dernières est un peu plus variée.

L'analyse nous montre que la quantité de matières indifférentes varie entre 6 et 12,5 % pour 6 échantillons et qu'elle atteint 21 dans le nº 1 qui ne contient pas de sable, et 43,3 dans le nº 5 qui en contient.

[1] Les considérations sur les dolomies, publiées en 1896 dans le «Coup d'œil», ont été écrites avant que j'aie le résultat des analyses de M. Mastbaum, elles sont par conséquent basées sur l'aspect et sur quelques essais qualitatifs. Je n'ai pourtant pas de modifications importantes à y apporter, sauf une ou deux observations nouvelles.

Le rapport de la magnésie à la chaux varie entre 1:1,44 et 1:3,4. La proportion de magnésie paraît augmenter du Sud au Nord puisque c'est l'échantillon de l'Algarve qui présente la proportion la plus forte, 1:1,44, tandis que sur les 6 échantillons du Nord du Tage, deux seulement ont une proportion supérieure à 1:2.

Pour affirmer cette conclusion, il faudrait analyser la totalité des strates et tenir compte de leur épaisseur.

Couches de Coimbre.— La tendance à la formation de calcaires magnésiens se généralise pendant l'âge suivant. Les strates à rapporter au Sinémurien ne contiennent plus de matériaux charriés; les argiles y sont même assez rares, la faune annonce des mers plus ouvertes, tout en ayant encore un certain caractère saumâtre; la différence de faciès y est beaucoup plus accentuée.

On peut dire que cet étage est formé dans toute son extension par un massif dolomitique, sauf au bord de l'Océan actuel, entre le Cap Mondégo et S. Pedro-de-Muel où l'on a des calcaires ne contenant la magnésie qu'en quantité insignifiante, ce qui coïncide avec une faune plus riche, plus variée, et à caractère marin plus accentué.

Les affleurements situés entre ces derniers et la bande orientale du Nord du Tage contiennent aussi des calcaires presque purs (Portucheira 1:66), mais ils contiennent aussi des roches dolomitiques présentant même plus de magnésie que la dolomie type (Serra d'El-Rei, 1:1,2). On y voit même des dolomies cristallines (nº 12, Obidos).

Comme dans l'assise précédente, les roches non dolomitiques forment l'exception dans la bande orientale, c'est à dire dans les affleurements les plus rapprochés de l'ancien rivage.

Les étages moyen et supérieur du Lias du Nord du Tage ne sont pas dolomitiques, et il paraît en être de même de la totalité du Lias de l'Arrabida.

Dans ces deux contrées nous ne retrouvons les calcaires dolomitiques qu'à partir de l'Urgonien.

Le *Lias* de S. Thiago-de-Cacem est entièrement dolomitique. Les couches inférieures sont saccharoïdes, les couches supérieures sont formées par une dolomie à aspect marneux ressemblant aux couches de Coimbre au Nord du Tage, mais à faune plus variée et à caractère franchement marin.

En Algarve, le Lias est en totalité formé par des dolomies cristallines, sauf à l'extrémité occidentale, où des strates fossilifères, calcaires et argileuses, alternent avec les dolomies cristallines.

A l'Est de Sagres, ces dolomies cristallines sont à peu près sans

fossiles, sauf quelques rares empreintes paraissant indiquer une tendance au *faciès corallien*. Ces dolomies comprennent probablement aussi le Dogger inférieur.

Le *Bathonien*, le *Callovien* et l'*Oxfordien* ne paraissent pas avoir présenté de dolomies, mais nous en retrouvons des massifs puissants en Algarve pendant le *Lusitanien inférieur* et à la base du *Néo-jurassique* (Ptérocérien).

Après une longue interruption, c'est au Nord du Tage que nous voyons réapparaître la dolomie. Dans les environs de Cascaes, l'*Urgonien* présente des dolomies cristallines puissantes ressemblant à celles du Lias et du Malm de l'Algarve. Les fossiles y sont extrêmement rares, néanmoins on peut affirmer que ces strates appartiennent à un faciès récifal probablement sub-corallien, ou même corallien.

Nous avons encore une longue suite d'assises sans dolomies, puis nous trouvons des dolomies marneuses dans le *1r niveau à Pterocera incerta*, qui appartient soit à la partie inférieure soit à la partie moyenne du Cénomanien. Cette teneur en magnésie est générale depuis le Tage jusqu'au Mondégo, mais les strates dolomitiques alternent avec des strates ne contenant que des traces de magnésie. La faune est marine mais présente pourtant un léger aspect saumâtre.

A ces dépots marneux et dolomitiques succédent des couches purement calcaires, à faune franchement marine, contenant quantité d'espèces immigrées, ce qui nous prouve une extension subite de la mer dans toute l'étendue de l'aire mésozoïque située au Nord du Tage.

Sur un ou deux points très limités, au Nord du Mondégo, le calcaire fossilifère est remplacé par une dolomie intermédiaire entre le type marneux et le type cristallin.

Plus haut, nous trouvons des couches marneuses à aspect dolomitique déposées dans des lagunes au milieu des récifs de Rudistes. Sur deux roches analysées, l'une (Padrão) est un calcaire presque pur, tandis que l'autre (Alcantara) présente 1:5,2 comme rapport de la magnésie à la chaux.

En *Algarve*, une grande masse de calcaire dolomitique à caractère semi-cristallin se trouve dans le Crétacique supérieur. Je ne saurais lui assigner un âge certain. Sa faune est sub-corallienne.

Le petit tableau par lequel je termine cette note résume l'âge et la structure des dolomies, et indique le faciès dans lequel elles se sont formées.

Comme conclusions, nous pouvons dire que les dolomies marneuses sont liées à un rapprochement du rivage indiqué par la position

géographique et par une faune d'estuaire, tandis que les dolomies cristallines sont liées à un faciès sub-corallien.

C'est toujours ce dernier type que l'on trouve en Algarve, tandis qu'il n'apparait qu'exceptionnellement au Nord.

Infralias.—Partout: dolomies marneuses; faciès saumâtre.

Sinémurien.—Anciens rivages: dolomies marneuses à faciès moins saumâtre.—Au large: dolomies marneuses, rarement dolomies cristallines.

Lias moyen de S. Thiago.—Dolomies marneuses, faciès marin à Lamellibranches.

Lias de l'Algarve.—Dolomies cristallines à faciès sub-corallien.

Lusitanien et Ptérocérien de l'Algarve.—Comme ci-dessus.

Urgonien de Cascaes.—Dolomies cristallines à faciès sub-corallien?

Couches à Pterocera incerta.—Dolomie marneuse, faune marine à tendance saumâtre. Partout au Nord du Tage.

Couches à Neolobites Vibrayanus.—Dolomie sub-cristalline. Seulement à l'embouchure du Mondégo.

Turonien.—Lagunes dans un récif de Rudistes. Roche marneuse avec très peu de magnésie.

Cénomanien ou Turonien de l'Algarve.—Type micro-cristallin, faciès sub-corallien.

XII

LES EAUX D'ALIMENTATION

DE

LISBONNE

Rapport entre leur origine géologique et leur composition chimique[1]

PAR

PAUL CHOFFAT

Sommaire.

[1] Cette notice a paru dans *le Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, séance du 25 février de 1896, t. x, pp. 161-197. J'y ai introduit quelques petites modifications intéressant plus spécialement le public de Lisbonne, et de nouvelles analyses de M. Mastbaum.

AVANT-PROPOS

Pendant ces dernières années, les eaux de Lisbonne ont attiré l'attention de divers observateurs. Ce furent d'abord, en 1893, quelques remarques sur la température du sol et des sources ordinaires et thermales de Lisbonne, publiées par l'auteur de ces lignes, [1] puis, à peu près simultanément, des considérations historiques et techniques par M. A. Pinto de Miranda Montenegro, ingénieur de l'État auprès de la Compagnie des eaux, et par M. J. F. N. Delgado; [2] des études bactériologiques, encore inachevées, par le Dr. Camara Pestana [3] et une étude chimique par le Dr. H. Mastbaum. [4]

C'est cette dernière publication que nous aurons surtout en vue dans le travail qui suit.

Elle comprend les parties suivantes:

Avant-propos, par R. Larcher Marçal, directeur de la station chimico-agricole de Lisbonne.

Résumé des conditions hydro-géologiques de la ville de Lisbonne, par Paul Choffat.

Mémoire sur l'alimentation d'eau de la ville de Lisbonne, par le Dr. H. Mastbaum.

Ce dernier mémoire est divisé en trois chapitres: 1° Histoire de l'alimentation de Lisbonne, 2° État actuel de l'alimentation et 3° Étude analytique des eaux.

Nous ne résumerons que ce qui intéresse spécialement le géolo-

[1] *Contributions à la connaissance géologique des sources minéro-thermales des aires mésozoïques du Portugal*,—Lisbonne, Ministère des travaux publics, etc., 1893, 8°, 136 p., 1 pl.

[2] *Revista de Obras Publicas e Minas*, Lisboa, 1893, p. 455; 1894, p. 72 et 174 et 1895, p. 334, 472 et 577.

[3] *Revista de medicina e cirurgia*, 1894.

[4] *Boletim da Direcção geral de agricultura*, 6.° anno, n° 1, gr. 8°, 175 p., 4 pl.— Lisboa, Imprensa national, 1895.

gue, tout en entrant parfois dans plus de détails que n'en contient l'ouvrage précité.

Lisbonne est alimentée par des eaux de trois provenances: celles qui naissent dans l'enceinte de la ville, celles qui y sont amenées depuis le N.-O. (eaux des Aguas-livres) et celles qui viennent du N.-E., ou eaux d'Alviella.

Les premières proviennent des alluvions, des terrains tertiaires et en faible quantité du Crétacique; elles peuvent se subdiviser en sources ordinaires, sources thermales et puits artésiens. Les deuxièmes sont fournies en partie par des sources naissant dans les conglomérats lacustres et la nappe basaltique, et, en proportion beaucoup plus forte, par des sources naissant dans le Crétacique. Enfin, les troisièmes proviennent d'un source ayant une longue circulation souterraine à travers les terrains jurassiques.

M. Mastbaum ayant en vue l'hygiène, examine les eaux d'après leur provenance, tout en suivant autant que possible l'ordre chronologique. Notre point de vue étant différent, nous diviserons les sources d'après l'âge des terrains qui leur donnent naissance, tout en maintenant le groupement par provenances.

M. Mastbaum donne pour presque toutes ses analyses la *composition élémentaire* (résultats directement obtenus), et la *composition systématique*, ou combinaison des éléments en sels, obtenus par le calcul. Afin de ne pas donner trop d'étendue à ce travail, je n'ai porté que cette dernière composition aux tableaux comparatifs qui terminent cette notice. Assurément, ces calculs sont en partie hypothétiques, mais ce désavantage disparaît du moment que c'est la même personne qui a calculé la recomposition en sels pour toutes les analyses que l'on compare. J'ai du reste fait de nombreuses citations de nombres indiquant les corps simples.

Les références aux tableaux de M. Mastbaum sont destinées au lecteur qui voudrait se reporter à l'ouvrage de l'auteur, mais j'ai reproduit les points principaux dans les petits tableaux partiels et dans les tableaux comparatifs, qui se trouvent les premiers dans le corps de cette notice et les seconds à la fin.

Les *poids* sont indiqués en milligrammes; j'ai en général supprimé la décimale, indiquée par l'auteur. Lorsque je parle de *résidu* il s'agit toujours du résidu d'un litre, desséché à 150°.

I

Eaux des alluvions, Eaux du Tertiaire, et Eaux thermales de Lisbonne

Sous le rapport de la provenance, ces eaux appartiennent à deux catégories, celles qui naissent dans l'enceinte de la ville, et les eaux de la contrée de Porcalhota. Celles-ci proviennent de la nappe basaltique et des conglomérats lacustres, et sont amenées en ville par l'aqueduc des Aguas-livres, mélangées aux eaux du Crétacique de la contrée de Bellas.

M. Mastbaum a en outre pris en considération quelques sources tertiaires de la rive gauche du Tage.

Nous distinguerons les groupes stratigraphiques suivants: .

Dépôts superficiels et alluvions.—Lisbonne.
Pliocène.—Rive gauche du Tage.
Miocène.—Lisbonne et rive gauche.
Conglomérats lacustres (Oligocène).—Lisbonne et Porcalhota.
Nappe basaltique.—Lisbonne et Porcalhota.

Orographie de Lisbonne

Jetons d'abord un coup d'œil sur l'orographie de Lisbonne.

La ville de Lisbonne est construite sur une voûte parallèle au Tage[1], formée par un noyau de terrains crétaciques, recouverts en majeure partie par les strates tertiaires, qui offrent trois divisions principales: la formation basaltique, les conglomérats lacustres et le Tertiaire marin.

De nombreux ravins transversaux coupent partiellement cette voûte pour apporter leur tribut au Tage, mais un seul, la vallée d'Alcantara,

[1] Pour plus de détails, voyez: Choffat, *Étude géologique du Tunnel du Rocio, contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne,* 1889, p. 63.

la traverse complètement en l'entaillant profondément, et par conséquent en mettant à découvert les strates les plus profondes.

Le terrain situé à l'Ouest de cette vallée est en majeure partie recouvert par la formation basaltique, dont les déchirures laissent par places apparaître le Crétacique, mais on n'y voit pas de strates supérieures au basalte.

L'affleurement crétacique du val d'Alcantara s'étend à l'Est du thalweg jusque vers le réservoir des eaux du Pombal, du côté nord, et jusqu'au Largo das Janellas Verdes, du côté sud; le Basalte se prolonge un peu au-delà de cette limite.

Plus à l'Est, le Crétacique et le Basalte ne forment que deux affleurements de faibles dimensions (Rato et Valle-de-Pereiro), tandis que tout le reste est couvert par le Tertiaire marin et quelques petits affleurements de conglomérats lacustres.

Nous ferons notre examen en procédant des terrains les plus récents aux plus anciens.

A.—Dépôts superficiels

Ces dépôts sont de deux catégories, essentiellement différentes. Les uns sont les *dépôts meubles sur les pentes*, formés par le ruissellement de l'eau pluviale, tandis que les autres sont des dépôts fluvio-marins, déposés par le Tage. Tous deux sont généralement recouverts par des remblais de toutes sortes, dus à l'action de l'homme.

La nature et l'épaisseur des dépôts des eaux sauvages dépendent naturellement de la nature du terrain auquel ils sont empruntés. Dans la rue da Bica de Duarte-Bello, qui est un thalweg, on a pu observer en 1891, lors du creusement des canaux, $0^m,50$ à 1 mètre de remblais reposant sur un sable argileux, découvert par places jusqu'à la profondeur de 2 mètres à $2^m,50$, et montrant jusqu'à la base de rares coquilles terrestres actuelles et quelques fragments de tuiles, sans quoi on aurait facilement pu le confondre avec certains bancs du Miocène, qui présentent le même aspect.

Il est évident que ces dépôts poreux, de même que les remblais, jouent le rôle d'éponges, régularisant l'écoulement de l'eau, laquelle a le temps de se charger des impuretés qu'ils contiennent.

Les *anciennes alluvions du Tage* jouent un rôle hydrographique encore plus important, aussi bien sur ses rives que surtout dans les estuaires que ce fleuve formait jadis à l'emplacement actuel du Rocio et dans le val d'Alcantara.

Des sondages effectués dans cette dernière vallée ont montré que ces dépôts remontent à l'époque quaternaire; il en est probablement de même au Rocio, où ils ont continué à s'accumuler jusque dans les temps historiques. Enfin, le tremblement de terre de 1755 vint fournir suffisamment de matériaux pour un nivellement définitif de cette vallée.

Les puits s'alimentant aux alluvions du Tage peuvent être groupés en trois catégories:

a) De nombreux puits sont foncés dans les limons déposés par le Tage sur ses rives, et dans l'ancien estuaire s'étendant de la place du Commerce au théâtre de D. Maria. Leur profondeur varie de 3 à 10 mètres, sans que ces différences soient en rapport avec les différences de température de l'eau, ni avec le rapprochement ou l'éloignement des bords de l'estuaire. Quoique l'étude de ces eaux soit à peine ébauchée, il paraît certain qu'il y a plusieurs nappes d'eau dans ces alluvions, et que quelques puits les traversent complètement pour atteindre les strates tertiaires.

b) Les puits qui sont le plus rapprochés de la rive actuelle, entre la place du Commerce et la rue de S. Bento, sont caractérisés par une forte teneur en *acide sulfhydrique*[1]. Ils paraissent correspondre à la zone de plus grande épaisseur des limons du Tage, mais ici encore, il faut avouer que les renseignements sur les terrains rencontrés lors du fonçage des puits sont absolument insuffisants et qu'il est difficile d'expliquer la présence de sources sulfhydriques à quelques pas de sources d'eau potable.

On peut évoquer l'intervention de courants souterrains descendant des collines tertiaires, mais ils est évident que des observations rigoureuses seraient préférables à des hypothèses. Ces observations ne pourront être faites qu'occasionnellement.

c) La partie inférieure de la vallée d'Alcantara présente des alluvions marines, d'âge quartenaire, recouvertes par les dépôts des eaux sauvages.

Dans l'étude du tunnel du Rocio, j'ai fait connaître les résultats d'un sondage de la Compagnie frigorifique, à 350 mètres de la rive du Tage. Ce sondage avait été arrêté par un accident, mais un nouveau sondage, postérieur à cette publication, a confirmé les résultats du pre-

[1] P. Choffat, *Contribution à la connaissance géologique des sources minéro-thermales*, p. 46 à 52.

mier, et a montré que ces alluvions marines ont une épaisseur d'environ 19 mètres et atteignent la profondeur de 16^{m},50 au-dessous des plus basses eaux du Tage.

Ces alluvions sont formées par des bancs de sable alternant avec des bancs de limon; elles contiennent une quantité d'eau considérable, qui, à ce que l'on m'affirme, subit l'effet des marées. Je rappellerai que l'eau douce contenue dans du sable fin peut être en contact avec l'eau salée, et refoulée par cette dernière à chaque marée, sans qu'il y ait mélange des deux liquides: fait connu depuis fort longtemps, mais trop souvent oublié.

Plusieurs puits utilisent l'eau de cette nappe. C'était certainement le cas pour le puits, actuellement détruit, du Largo-dos-Tanques, à 250 mètres en aval du sondage de la Compagnie frigorifique. D'autres, situés plus haut, sont probablement aussi dans le même cas, par exemple celui de Ponte-Nova; mais il faut faire exception pour celui de la «fabrica de chitas», car étant sur les bords de la vallée, et non pas dans la partie basse, il attaque directement le Crétacique.

Je ne connais pas les conditions géologiques des puits du Calvario et de Ponte-d'Algès, mais selon toutes probabilités, ils se trouvent aussi dans les alluvions marines.

M. Mastbaum a analysé les eaux de quinze puits de la partie basse de la ville, elles contiennent toutes une énorme quantité de matières dissoutes, principalement des chlorures, des nitrates et des sulfates.

Le poids du résidu desséché à 150° varie entre 1721 et 5358 milligrammes par litre.

Les eaux de ces puits avaient été en partie analysées en 1886 par le Dr. Emmerich[1], qui, les comparant aux eaux des autres villes de l'Europe, ne trouvait que celles de Gibraltar montrant une pollution aussi forte. Elle était même encore plus forte à Gibraltar, car le résidu atteignait le poids de 11 grammes par litre.

Le Dr. Emmerich attribuait la forte teneur en chlorure de sodium au voisinage de l'eau salée du Tage, tant par infiltration à marée haute que par l'eau salée entraînée par le vent. M. Mastbaum admet au contraire que cette teneur provient du lessivage des matières fécales contenues dans le sol[2]. Comme preuve il fait remarquer que l'acide nitri-

[1] *Archiv für Hygiene*, 1886, et *Jornal de pharmacia e chimica*, 1887, p. 28, 59 et 140.

[2] En 1897, on m'a signalé l'eau de quelques puits de Campo-Grande comme

que est de 50 à 100 fois plus abondant que dans l'eau de mer et que la relation entre le chlorure de sodium et l'acide nitrique se rapproche souvent de 1 : 0,6 et même de 1 : 0,8, relation observée généralement dans les eaux souillées par des matières fécales.

La composition des eaux de ces puits a subi de notables modifications pendant les six années qui séparent ces deux séries d'analyses. Le Dr. Emmerich avait trouvé que les eaux des puits situés sur les arêtes ou sur les versants sont moins impures que celles des puits situés dans les thalwegs, M. Mastbaum démontre le contraire.

Il fait voir, en outre, que ces eaux de puits sont moins impures qu'en 1886. Les minima et maxima trouvés en 1886 sont de 3819 et 6898, ils sont actuellement de 1721 et 5358. Un seul puits fait exception, celui de la rue de Magdalena, nº 185, dont le résidu était de 3819 et qui est actuellement de 5038.

Comme causes de cette diminution générale d'impureté, l'auteur donne l'amélioration de la canalisation des égouts et les grandes quantités d'eau pure introduites dans la ville depuis l'achèvement de la canalisation d'Alviella.

On pourrait supposer que la forte proportion de chlorure de sodium ne provient pas uniquement des impuretés amenées quotidiennement dans le sol, mais qu'elle provient en partie de la salure primitive de ces alluvions. Dans ce cas, on serait tenté d'admettre que la diminution de salure des eaux provient de ce que la salure du sol diminue de plus en plus, mais cette explication doit être mise de côté en considération du court espace de temps (six années) pendant lequel s'est produit un changement aussi considérable.

étant nuisible à l'agriculture. Un des propriétaires de ces puits, M. Antonio da Rosa, a mis la plus grande obligeance à me fournir des renseignements à leur sujet, et M. Mastbaum a fait l'analyse de l'eau d'un des puits. Elle contient une forte proportion de chlorure de sodium, 1122 milligrammes (682 de chlore). Ici, on ne peut pas en chercher l'explication dans l'eau salée du Tage, puisque Campo-Grande en est séparé par 4 kilomètres et que son altitude est d'environ 75 mètres.

Le puits dont l'eau a été analysée est situé près des écuries, mais d'après M. Rosa, l'eau en était déjà salée avant la construction des écuries, et ce fait serait commun à tous les puits de la plaine alluvienne de Campo-Grande.

Cette eau naissant dans le Tertiaire, nous reviendrons plus loin sur ce sujet.

L'eau d'un puits près Arco do Cego, à l'altitude de 82 mètres et à près de 3 kilomètres du Tage, contient aussi une forte proportion de chlore (476 milligrammes).

M. Mastbaum réunit comme sous-groupe s'alimentant dans le quaternaire, quatre puits dont l'eau est moins minéralisée. Ce sont les puits du Calvario et de Ponte-d'Algès, que j'ai mentionnés avec doute sous la rubrique C, et deux puits de la basse ville (rua da Prata, 8, et rua dos Capellistas, 53) dont la position ne me paraît pas différer des puits mentionnés en A.

Je croirais plutôt à une de ces bizarreries de distribution des eaux dans les alluvions du Tage, analogue à celle qui amène des eaux fortement chargées d'acide sulfhydrique à se trouver à quelques pas de puits dont l'eau n'en présente pas.

Le résidu de l'eau de ces quatre puits varie entre 678 et 1536 milligrammes (Calvario), cette dernière eau étant la plus chargée en nitrates et en ammoniaque de toutes les eaux de Lisbonne, quoique la somme totale des matières dissoutes soit inférieure à ce qu'elle est dans beaucoup d'autres puits.

Je n'ai fait figurer au tableau comparatif que les eaux de cette dernière catégorie (rua da Prata, 8, et Ponte-d'Algès), la forte minéralisation des autres ne pouvant pas être attribuée au terrain mais provenant d'impuretés de la surface du sol.

En 1855, l'ingénieur Pezerat évaluait le volume quotidien des eaux des puits de Lisbonne à environ 4000 mètres cubes.

Ces eaux ont perdu leur importance depuis l'introduction des eaux de l'Alviella, et avec la diminution de leur emploi on observa une diminution de la mortalité due aux fièvres typhoïdes, qui depuis lors n'atteint plus la moitié de ce qu'elle était auparavant[1].

Cette mortalité augmenta de nouveau en 1892 et 1893, tout en restant dans les nouvelles limites, et cette proportion se maintenait en 1895, lorsque l'apparition d'une épidémie cholériforme fit décréter la fermeture de tous les puits. La mortalité diminua immédiatement, mais l'épidémie cholériforme ayant disparu, on cessa au bout de six mois de veiller à l'exécution du décret, et il y eut immédiatement une nouvelle augmentation du nombre de décès dus aux fièvres typhoïdes.

Actuellement l'emploi de ces eaux est réglementé par la police sanitaire.

[1] A. da Silva Carvalho, *O encerramento dos poços e a febre typhoide em Lisboa* (Boletim mensal da Delegação de saude do districto de Lisboa, 1895, p. 92).

B.—Tertiaire fluvio-marin

Le *Miocène* forme le principal niveau aquifère de Lisbonne. Comme nous l'avons vu, ses strates ne se sont conservées qu'à l'Est de la vallée d'Alcantara, et comme elles sont inclinées approximativement vers l'Est ou E. S. E. elles sont d'autant plus récentes que l'on s'avance plus dans cette direction.

Le complexe inférieur, d'une épaisseur de 30 à 60 mètres, est principalement argileux, mais il contient pourtant des lits perméables qui fournissent de l'eau; telle est la nappe de Campo d'Ourique, qui alimente Fonte-Santa.

Au-dessus de ce complexe inférieur se trouve une alternance de bancs marneux et d'assises de sable avec quelques couches calcaires, disposition essentiellement favorable à la production des sources.

Ce massif miocène est entamé du côté sud par de nombreuses vallées transversales, dont les principales sont le val de Chellas, celle qui s'étend de Rua nova da Palma à Arroios, et celle qui passe par la rue de Santo-Antão et S. Sebastião da Pedreira.

Les sources sont certainement nombreuses dans tout ce complexe, mais elles sont en général de peu de force, par suite même des nombreux captages dont elles ont été l'objet et de la quantité de puits établis sur tous les points de la ville.

Quelques sources à eaux courantes sont captées à une certaine hauteur sur le flanc des collines ou dans les vallées (val de Chellas, Xabregas, jardin de l'École polytechnique, Bica-Grande, etc.), un grand nombre d'entre elles se font jour à la plage, à marée basse; d'autres sont captées un peu plus haut: telles sont celles qui viennent se mélanger aux eaux thermales du groupe des Alcaçarias.

Je ferai une mention spéciale pour l'eau du Chafariz do largo do Andaluz, qui a souvent été indiquée comme thérapeutique. Elle provient en majeure partie du trop plein d'un puits situé dans un jardin à l'Est de la rue de S. Sebastião da Pedreira, et en partie de deux petites sources naissant dans la galerie qui relie ce puits à la fontaine.

Sur la rive opposée du Tage, Fonte da Pipa et la source du Ginjal proviennent aussi du Miocène, tandis que les sources puissantes, dites Poço da Romeira, près de l'entrée de la Quinta d'Alfeite, et celles de cette propriété, proviennent d'une grande masse de graviers,

en général argileux et ferrugineux, qui n'est pas représentée à Lisbonne, et qui appartient au *Pliocène*.

C'est aussi au Pliocène qu'appartient la magnifique source de Quinta dos Cavalleiros que l'on capte en ce moment pour l'alimentation de Setubal.

Eaux profondes du Tertiaire.—L'idée de la recherche d'eaux artésiennes dans le Tertiaire de Lisbonne est fort ancienne, et a été émise à plusieurs reprises; nous la trouvons entre autres dans les écrits du baron d'Eschwege.

On a essayé parfois de la mettre en pratique, entre autres par un forage de 101 mètres, exécuté en 1884 à la place da Figueira[1]. Il est fort possible que son peu de succès soit dû à l'absence de captage en profondeur, les eaux se perdant en partie latéralement dans une couche perméable. En tous cas, les chances auraient été beaucoup plus grandes si l'on avait poussé jusqu'au basalte.

En enfonçant les tubes pour établir les pontons de l'arsenal de la marine et des bateaux à vapeur du chemin de fer du Sud, on obtint des eaux artésiennes, et le même cas se produisit dans tous les sondages d'étude du port de Lisbonne effectués à l'Est de la place du Commerce.

Dans les uns, l'eau jaillissait au-dessus du niveau du Tage; dans d'autres, elle n'arrivait que jusqu'à une certaine hauteur. Au pont des vapeurs du chemin de fer du Sud (profondeur du forage: 38 mètres au-dessous de la surface du fleuve), l'eau sort naturellement du goulot à marée haute, tandis que l'on est obligé de se servir d'une pompe à marée basse, ce que l'on ne peut attribuer qu'à la différence de pression exercée par le poids de l'eau suivant les marées.

Cette eau est remarquable par la constance de sa température, qui d'octobre 1892 à janvier 1893 était 17°,4, tandis que les puits des alluvions variaient de 17 à 19°,2.

L'entreprise du port de Lisbonne a aussi mis cette propriété à profit, et s'alimente au moyen d'un puits artésien foncé dans les limons du Tage.

De Xabregas à Sacavem, de nombreux puits artésiens fournissent de l'eau pour des usines ou pour des irrigations. Ils la puisent dans la partie moyenne du tertiaire marin. En général, le niveau hydrostatique de ces puits est inférieur au niveau du sol.

[1] Voyez: *Tunnel du Rocio*. p. 28 et 65.

Conglomérats lacustres.—Ces strates, composées de graviers et d'argiles, sont à peu près réduites à zéro dans la ville de Lisbonne, ou du moins dans les parties de la ville où il est possible d'observer la superposition du Tertiaire marin au Basalte. Elles prennent par contre un grand développement au N. E. de la ville, entre Campo-pequeno et Bemfica, où elles alimentent plusieurs puits. Quelques sources de cette région sont introduites dans l'aqueduc des Aguas-livres.

COMPOSITION DES EAUX DU TERTIAIRE FLUVIO-MARIN.—La composition des eaux provenant des strates tertiaires ne présente pas un groupe homogène, comme c'est le cas pour les eaux alluviales, ce qui tient aux différences de composition des assises tertiaires, et aux différentes proportions de l'infiltration des eaux superficielles.

Comme on doit s'y attendre, les eaux des thalwegs couverts d'habitations, comme le sont les rues des Anjos et de Arroyos, sont toutes polluées, les puits l'étant moins que les eaux courantes. Parmi les plus mauvaises, nous citerons la source dite *Bica dos olhos*, réputée pour guérir les maladies des yeux (3880 milligrammes), l'eau d'un puits près Arco do Cego (1949) et la fontaine de la place d'Andaluz (1383). Cette dernière eau passsait aussi pour thérapeutique, mais la comparaison de sa densité avec des observations faites en 1867 par le Dr. A. V. Lourenço, montre que cette eau a été contaminée à la suite de l'augmentation de la population, ce qui est aussi le cas pour plusieurs autres.

Le val de Chellas étant peu habité, ses eaux sont en général exemptes d'infiltrations, il en est de même de quelques sources de la rive méridionale du Tage, qui sont en grande partie employées pour l'alimentation des navires.

Les tableaux III et III^a de M. Mastbäum[1] nous donnent la composition élémentaire et la composition systématique de douze sources fortement polluées, provenant du Tertiaire, et les tableaux IV et IV^a la composition de dix sources ne l'étant que faiblement ou point du tout.

Nous n'ajouterons rien à ce que nous avons dit sur les sources polluées, puisqu'elles constituent un mélange d'eaux tertiaires et d'eaux superficielles.

Sur les dix sources du tableau nº IV, il faut en éliminer deux qui proviennent de la nappe basaltique: ce sont les puits du cimetière de Belem et la source de la campagne de Sº Antonio, à Algès.

[1] Voyez ce qui est dit de ces tableaux page 147.

Nous reproduisons en abrégé l'analyse élémentaire de sept sources, comme exemple de différentes catégories, et nous y ajoutons une analyse de 1897, nº 4[b], comme exemple de source très calcaire. Enfin, nous faisons suivre ce tableau de quelques considérations tirées de l'ensemble des analyses de M. Mastbaum.

Nous donnons en outre au tableau comparatif A, les maxima et les minima de la composition systématique.

Sables pliocènes

1. Sources dites: Poço da Romeira (Alfeite), au Sud du Tage.

Miocène

2. Puits au val de Chellas (Quinta dos Peixes).
3. Source au Sud du Tage (Fonte-da-Pipa).
4[a]. » » » (largo de Cacilhas).
4[b]. » du lion, dans la quinta du duc de Palmella à Lumiar (Miocène inférieur).

Puits artésiens

5. Ouvert dans le Miocène (rua direita dos Grillos, nºs 29 et 30 «Bravo» de M. E. Dias).
6. » dans le lit du Tage (Arsenal).
7. » » » » (bateaux à vapeur).

	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4[a]	Nº 4[b]	Nº 5	Nº 6	Nº 7
Résidu à 150º....	430	380	410	303	893	488	546	526
Chlore	131	50	72	40	220	72	95	82
Acide sulfurique..	13	22	25	13	60	28	36	32
» nitrique....	24	37	traces	8	22	traces	0	26
Chaux	69	104	76	77	230	152	54	57
Magnésie	22	14	22	20	28	13	27	19
Silice, fer, alumine	18	31	24	27	23	28	24	25
Oxydabilité......	4,9	1,2	5,9	1,4	2,5	1,8	1,7	1,8
Oxigène dissous C³	4,05	6,16	5,99	6,93	-	2,45	1,30	1,61

La différence de minéralisation entre Fonte-da-Pipa et la fontaine de la place de Cacilhas, qui apparaît à peu de distance, étant due au

chlorure de sodium, on est en droit de supposer qu'il s'agit de pollution par des matières organiques.

Cette explication n'est pas applicable à l'eau d'Alfeite, encore plus riche en chlorure de sodium (166), quoiqu'elle naisse au pied d'une colline à peu près inhabitée. Comme son point d'émergence est dans les alluvions au niveau du Tage, j'avais supposé en 1896 qu'il y avait des infiltrations d'eau salée, mais M. Mastbaum vient de faire l'analyse d'une autre eau d'Alfeite, située bien au-dessus du Tage, et qui présente la même composition. C'est l'eau qui alimente la fontaine du palais, l'échantillon a été recueilli en décembre 1897.

Analyse directe

Résidu total à 150°	493,2	milligrammes par litre
» » calciné	446,8	
Chlore	129,2	
Acide sulfurique	22,0	
» nitrique	87,8	
» nitreux	0	
Chaux totale	73,7	(soluble 39,2)
Magnésie totale	11,6	(soluble 7,5)
Acide silicique	11,8	
Sesquioxyde de fer	2,6	
Ammoniaque	0	

Composition systématique

Chlorure de sodium	212,9
Sulfate de chaux	37,4
Nitrate de soude	34,0
» de chaux	69,7
» de magnésie	27,8
Carbonate de chaux	61,6
» de magnésie	8,6
Silice	11,8
Sesquioxyde de fer	2,6

Cette source ne paraît pas être polluée, car ses galeries sont perforées sous des terres cultivées et sous la forêt, l'absence d'acide nitreux et d'ammoniaque le prouve du reste; elle contient pourtant une

forte proportion de chlorure de sodium. La présence de la chaux est non moins remarquable, car les sables et les graviers pliocènes ne paraissent pas en contenir. C'est pourtant cette eau qui en contient le moins. C'est aussi cette eau qui contient le moins de silice, quoiqu'elle naisse dans un terrain presque entièrement siliceux.

L'eau de Lumiar est remarquable par son abondance en bicarbonate de chaux; c'est une fontaine incrustante qui pourrait rivaliser avec celles qui, dans d'autres contrées, fournissent des objets de curiosité. Elle est captée par des galeries de drainage percées dans un calcaire peu compact, nommé banco-real par les carriers de Lisbonne. Les caniaux à l'intérieur de ces galeries doivent être chaque année débarassés de la couche stalagmitique qui s'y forme, et c'est aussi le cas pour les rigoles qui conduisent l'eau au réservoir. L'eau analysée a été récoltée en décembre 1897 dans le petit réservoir qui se trouve à fin de la galerie collectrice.

L'absence d'acide nitreux et d'ammoniaque prouve que la pollution n'est pas forte.

Les *eaux artésiennes* ont une minéralisation plus forte que les eaux courantes, et celles qui naissent sous le lit du Tage sont plus fortement chargées que les autres (546 Arsenal, pour 430 à 496).

Pour l'eau du puits Bravo, l'excès provient surtout de sulfate (33) et de carbonate de chaux (248); sa teneur en chlorure de sodium est exactement la même que pour Fonte-da-Pipa (118), et on peut se demander si cette substance ne lui est pas communiquée par des matières organiques, tandis qu'on ne peut pas mettre en doute le mélange d'eau marine aux eaux des forages sous le Tage (chlorure de sodium 123 et 156).

Quoique les deux forages de l'Arsenal et du ponton des chemins de fer du Sud ne soient éloignés que d'une centaine de mètres et soient apparemment dans les mêmes conditions géologiques, leurs eaux présentent des différences singulières[1].

La première de celles-ci est plus minéralisée, elle contient plus de chlorure de sodium, plus de sulfate de soude et surtout plus de carbonate de magnésie, tandis qu'elle ne contient pas de nitrates, ce qui est le cas pour la deuxième.

[1] Ces différences singulières entre ces deux eaux artésiennes ont porté M. Mastbaum à commencer une série d'analyses mensuelles dont nous donnerons plus tard le résultat (janvier 1898).

Les eaux de ces deux forages contiennent une forte proportion de carbonate de soude (143 et 134), tandis que l'eau du puits Bravo n'en contient presque pas.

Ce sel se présente par contre en assez fortes proportions dans les eaux tertiaires au Sud du Tage (42 à 66), et en faible quantité dans toutes les eaux de Lisbonne.

Depuis la publication de ce qui précède, les eaux artésiennes du nº 29 de rua dos Grillos (ancienne propriété Bravo), déjà analysées chimiquement en 1893 par M. Mastbaum, l'ont été à nouveau en 1896 par M. Emilio Dias, ainsi que les eaux des forages voisins: Manutention militaire (ancien couvent das Grillas) environ 115 mètres au N. E. du puits Bravo; fabrique de savon, 100m N. O. du puits de la Manutention; propriété Macieira, 400m N. N. E. du même puits. Ces mêmes eaux ont été analysées au point de vue bactériologique par M. Charles Lepierre, et les résultats publiés en 1897.[1]

Nous avons donc l'analyse de 4 puits artésiens voisins les uns des autres; la comparaison est assez intéressante pour que nous reproduisions ces analyses. Comme pour celles de M. Mastbaum, nous supprimerons la dernière décimale.

	Bravo	Fabrique de savon	Macieira	Manutention	Moyennes des 4 analyses
Résidu à 180°	430	481	496	463	467
Chlore	71	70	80	67	72
Acide sulfurique	25	29	36	26	29
» nitrique	2	1	2	0,5	1
Chaux	146	161	147	153	152
Magnésie	2	5	17	12	9
Silice	24	24	29	23	25
Fer et alumine	4	13	14	12	11
Colonies de microbes par centimètre cube, en 16 jours, gélatine à 20°	20	3700	350	27	
Bacillo coli	0	peu	0	0	

[1] *Jornal de Sciencias Mathematicas, Physicas e Naturaes*, 2.ª série, t. V, p. 48-58. Lisbonne, 1897.

Nous remarquerons que l'analyse de l'eau du puits Bravo par M. Mastbaum a de grands rapports avec celle de M. Dias. Il y a pourtant quelques petites différences, par exemple le poids du résidu total qui pour M. Mastbaum est de 488^{mg} à 150° et de 470 après calcination, tandis que M. Dias n'a obtenu que 430^{mg} à 180°.

Ces différences indiquent une variabilité dans la composition de l'eau suivant les saisons, M. Mastbaum ayant recueilli son eau en mars, donc après les pluies, tandis que M. Dias l'a recueillie de septembre à Octobre, donc avant les pluies.

Il est fort curieux de constater que le puits de la fabrique de savon qui contient un grand nombre de microbes, n'a pas plus d'acide nitrique que ceux qui ne contiennent pas de microbes.

C. Formation basaltique.

La nappe basaltique forme un complexe extrêmement variable d'un point à un autre, autant sous le rapport de la composition pétrographique que sous celui de l'épaisseur.

Elle est formée par une alternance irrégulière de tufs basaltiques, de basalte compacte et de marnes rougeâtres, et sa puissance qui sur quelques points, n'atteint pas un mètre, s'élève sur d'autres à plus de 250 mètres.

C'est un terrain fort propice à la recherche de l'eau, car le basalte compacte en contient une forte quantité par absorption[1], et il est en outre divisé par des fentes par lesquelles l'eau s'infiltre jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée soit par les lits de marne qui se trouvent à différentes hauteurs, soit encore, à sa base, par les marnes formant les strates supérieures du Crétacique.

Sur la vôute de Lisbonne, lorsque l'on a perforé la totalité des strates basaltiques sans trouver de l'eau, on peut considérer comme peine perdue d'entamer le Crétacique.

Dans l'intérieur de la ville, quelques puits traversent le Tertiaire fluvio-marin et atteignent la nappe basaltique. Tels sont les puits si-

[1] Le basalte compacte présente deux variétés par rapport à sa faculté d'absorption, différence qui se fait sentir dans les pavés basaltiques de Lisbonne. Vus à une distance de quelques mètres, ils présentent à peu près la même couleur par un temps sec, mais par un temps humide, les uns noircissent, tandis que les autres conservent le même aspect.

tués entre Estrella et la rue Saraiva de Carvalho, tel est aussi le sondage de la Compagnie du gaz, à l'avenue de la Liberté, et celui de S.ᵗᵃ Martha, foré par la municipalité. Ce dernier a malheureusement été abandonné à la profondeur de 30 à 35 mètres, avant d'avoir atteint la base de la nappe basaltique.

Des fabriques situées au bord du Tage, à Alcantara, ont établi des puits artésiens s'alimentant dans le basalte. Ils présentent généralement des infiltrations d'eau du Tage.

Les sources provenant de cette formation sont fort nombreuses à l'Ouest de la vallée d'Alcantara. Celles de Belem se trouvent dans des terrains passablement habités, tandis que celles qui sourdent au Nord et à l'Ouest de ce quartier se trouvent en général dans des terrains de culture ne présentant relativement que peu d'habitations.

En outre de ces sources, qui ne sont conduites qu'à des distances relativement faibles et qui appartiennent à des particuliers, nous avons à mentionner de nombreuses sources introduites dans l'aqueduc des Aguas-livres. Elles naissent dans l'énorme affleurement basaltique formant un synclinal entre les voûtes crétaciques de Lisbonne et du Monsanto, au Sud, et de Bellas, au Nord.

Les tableaux V et Vᵃ de M. Mastbaum contiennent la composition réelle et la composition systématique de huit sources ou puits situés à l'Ouest de la vallée d'Alcantara. Son tableau VIII nous renseigne sur les principaux éléments de six sources basaltiques de la contrée de Porcalhota.

Or, l'analogie de ces quatorze eaux est tellement grande que M. Mastbaum a cru y reconnaître un type unique pour les eaux basaltiques, et ce point de vue chimique lui a fait ranger dans le Miocène deux eaux de provenance basaltique: le puits du cimetière de Belem et la source de la Quinta de S.ᵗᵒ Antonio à Algés-de-Cima [1], portées au tableau IV.

Nous avons donc l'analyse complète de dix eaux basaltiques et les principaux éléments de six autres, de la même catégorie.

Pour former le tableau suivant, qui résume ceux de M. Mastbaum,

[1] Cette source est captée dans les couches supérieures du basalte, dont les fentes sont remplies par des incrustations calcaires: en outre les marno-calcaires du Miocène ne sont éloignés que d'une centaine de mètres. Par contre le puits de Belem est éloigné de tout affleurement calcaire.

nous éliminons trois sources du tableau V, comme étant éminemment polluées (résidu 561 à 641, chlore 82 à 112, etc.) et portons les minima et les maxima des cinq autres au tableau de composition élémentaire et au tableau comparatif. Nous inscrivons aussi à ce dernier tableau la source de la Quinta de S.º Antonio, tandis que celle du cimetière de Belem et celles des environs de Porcalhota ne figurent qu'au tableau analytique : la première parce qu'elle est polluée, et les autres parce que l'on n'en connaît que les principaux éléments.

	ENVIRONS DE		S.to Antonio et cimetière de Belem
	Belem (5 eaux)	Porcalhota ([illegible] eaux)	
Résidu à 150°	354 à 502	274 à 393	361 — 542
Chlore	36 à 66	32 à 42	54 — 79
Acide sulfurique	6 à 46		18 — 21
» nitrique	16 à 48	traces	26 — 79
» nitreux	0	0	0 — 0
» silicique	34 à 46		21 — 45
Oxyde de fer et alumine	2 à 4		5 — 3
Chaux totale	76 à 100	36 à 60	95 — 125
Magnésie totale	45 à 69	36 à 49	30 — 40
Ammoniaque	0	0	0 — 0
Oxydabilité	1,3 à 1,7	1,2 à 1,8	1,8 — 2,4
Oxygène dissous, C³	5,92 à 6,88		6,62 — 7,20

Examinons d'abord le type ordinaire, représenté par onze eaux non polluées.

La minéralisation n'atteint pas 400 milligrammes dans les environs de Porcalhota (cinq sources entre 274 et 313, et 393 dans la sixième), tandis qu'une seule source de Lisbonne est au-dessous de ce chiffre (354), les autres variant entre 418 et 502. La différence provient surtout de la chaux et de la magnésie, et non pas du chlorure de sodium, comme on devrait s'y attendre, la contrée de Belem étant exposée aux vents salés du Tage, ce qui n'est pas le cas pour celle de Porcalhota.

M. Mastbaum s'exprime comme suit au sujet des eaux des environs de Belem:

«Ces eaux peuvent être considérées comme hygiéniques, pauvres en matières organiques, presque saturées d'oxygène et de minéralisation médiocre. Leur composition est assez variée: dans les unes, les terres alcalines se trouvent principalement sous forme de bicarbonates et dans d'autres sous forme de sels ne se précipitant pas par la cuisson (sulfates, nitrates et chlorures), mais toutes montrent une forte proportion de magnésie par rapport à la chaux.

«Dans les groupes précédents, cette relation reste en général au dessous de 1 : 3 et n'atteint que rarement 1 : 2, tandis que dans les eaux basaltiques, elle dépasse considérablement cette dernière proportion et atteint 1 : 1,16 (Tapada da Ajuda).»

La proportion de magnésie est encore plus forte dans les eaux de la contrée de Porcalhota; dans l'une des sources, les deux corps sont en proportion égale, et la magnésie prédomine même dans une autre.

La différence des eaux de la source de Quinta de Santo-Antonio et du cimetière de Belem avec les autres eaux basaltiques, consiste essentiellement en ce qu'elles contiennent davantage de carbonate de chaux, 147 et 165 milligrammes. La proportion de la magnésie à la chaux est comme 1 : 3,1.

Remarquons aussi que la silice est généralement en proportion plus forte que dans les autres eaux.

M. Mastbaum a analysé trois échantillons de roches de la formation basaltique pris à l'Ouest du Val d'Alcantara: 1° les marnes rouges, 2° les cristallisations remplissant les fentes du tuf basaltique, et 3° le basalte compacte. Dans la quatrième colonne, nous portons l'analyse d'un dépôt stalagmitique blanc, couvrant les parois de la galerie non revêtue de l'aqueduc «das Francesas», percé dans le basalte.

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
Insoluble dans l'acide chlorhydrique	15,05	15,72	67,34	0,06
Oxyde de fer et alumine	peu	1,58	7,50	0,30
Carbonate de chaux	80,38	71,32	4,74	96,20
Carbonate de magnésie	1,36	7,26	14,86	3,06

Ces trois premières analyses nous montrent une différence notable

dans la proportion de magnésie du basalte compacte[1] et des marnes basaltiques. Comme ce premier est plus abondant et s'imbibe facilement, tandis que les marnes sont imperméables, il est tout naturel qu'une forte proportion de magnésie soit la règle dans les eaux basaltiques, mais les exceptions peuvent s'expliquer par la prédominance locale des marnes.

D.—Eaux thermales.

Comme on ne connaît pas le point d'origine de ces eaux, il serait plus exact d'en parler dans un chapître spécial, mais l'analogie chimique avec les eaux tertiaires et alluviennes me porte à les réunir dans le même chapître.

Le château de Saint-Georges, à Lisbonne, est situé sur une colline miocène dont le pied méridional est séparé de la rive du Tage par des alluvions formant une bande étroite.

Des sources thermales naissent en partie au pied même de la roche, en partie dans les alluvions, quelques-unes de ces dernières étant couvertes à marée haute, tandis que les premières atteignent au maximum l'altitude de 4 mètres. Les marées ont de l'influence sur le débit des unes et des autres.

On trouvera des détails sur ces sources dans mes *Contributions à la connaissance des sources thermales*[2]; je leur donne la désignation de groupe des Alcaçarias, ancien nom des principales sources.

On peut y reconnaître six sous-groupes, disposés sur une ligne courbe à convexité tournée vers la terre. Les deux extrémités de cette ligne: Chafariz d'El-Rei et Bica-do-Sapato, sont distantes de 1010 mètres, tandis que la ligne de thermalité relativement accentuée, de Chafariz d'El-rei au Largo da Fundição, n'a que 550 mètres.

Ce sont les sources les plus rapprochées de la paroi de rochers qui présentent la plus haute température. En 1892, le maximum observé a été 30°,9 mais d'après des observations antérieures, il aurait atteint 34°, ce qui tient peut-être à des variations annuelles attribuables au mélange plus ou moins grand d'eaux non thermales.

La température de 31° correspondant à une profondeur minima

[1] Il serait désirable d'avoir un certain nombre d'analyses du basalte portugais, car les basaltes des autres pays contiennent plus de chaux que de magnésie.

[2] Cité à la page 146.

de 140 mètres, ces sources sont alimentées par des eaux provenant de strates inférieures au Tertiaire. Il paraît incontestable qu'elles sortent par une dislocation du sol cachée par les alluvions, mais le mélange avec des eaux alluviales et les eaux des collines tertiaires se fait dans des conditions ne permettant pas l'isolement absolu de l'eau thermale.

Quelques-unes de ces sources alimentent des établissements thérapeutiques, d'autres sont employées pour l'alimentation de la ville, les unes directement, les autres étant refoulées dans un réservoir, lorsque les eaux venant du dehors sont insuffisantes.

Le débit des quatre sources utilisées par la Compagnie des eaux est évalué à près de 2.500 mètres cubes par 24 heures; il est plus abondant à marée haute qu'à marée basse.

Ces eaux dégagent de nombreuses bulles de gaz auquel M. Mastbaum a trouvé la composition suivante:

Azote (contenant probablement de l'Argon) 97,6; oxygène 0,8; acide carbonique 1,6.

Il a en outre analysé huit des principales sources. Cinq d'entre elles ont un résidu entre 436 et 538 milligrammes et les trois autres entre 733 et 1330. Ces trois dernières sont fortement polluées et contiennent de 26 à 244 milligrammes d'acide nitrique, tandis que quatre autres en contiennent de 0 à 5, et que la huitième en contient 15.

La forte minéralisation de ces eaux provient du carbonate de chaux et du chlorure de sodium; ce n'est que dans deux des huit sources qu'il y a prédominance de ce dernier sel, ce que l'on est loin d'attendre de sources traversant les alluvions du Tage.

Nous avons porté au tableau deux des eaux les moins chargées, celle des bains de Baptista, sourdant au milieu des alluvions, et celles du Chafariz d'El-rei, sourdant au pied du rocher, à l'altitude de 4 mètres. Il est fort curieux de constater que deux eaux de provenances aussi semblables, ayant un résidu total presque identique, peuvent autant varier dans le détail.

Un autre fait assez remarquable est la comparaison de l'analyse de l'eau du Tanque das Lavadeiras, faite en 1852 par J. M. de Oliveira Pimentel, avec celle faite quarante années plus tard par M. Mastbaum.

La somme des matières fixes n'a presque pas augmenté, 516 au lieu de 497, mais la constitution s'est modifiée. Cette eau contient actuellement plus de chaux, de chlore, d'acide sulfurique et de silice, et moins de soude, de potasse, d'acide nitrique et d'acide carbonique.

La même observation a été faite pour d'autres sources, comme nous le verrons plus loin.

Quelques sources de ce groupe ont une minéralisation beaucoup plus grande que jadis; ce qui provient de pollution par des eaux superficielles.

Mentionnons enfin que les différents griffons qui alimentent le Chafariz d'El-Rei, subissent dans leur débit des variations annuelles indépendantes les unes des autres, et qu'ils amènent au jour une quantité considérable de sable quartzeux.

II

Eaux des terrains crétaciques

Nous avons vu que les terrains crétaciques fournissent de l'eau à Lisbonne dans la ville même et dans la contrée de Bellas.

Dans cette dernière contrée, ce système présente les groupes pétrographiques suivants, en procédant de bas en haut:

a) 1er complexe calcaréo-marneux, comprenant la base du Crétacique, d'une puissance de 100 mètres, et se prolongeant inférieurement dans le Jurassique.

b) 1er complexe de grès et de graviers; puissance: 100 mètres.

c) 2e complexe calcaréo-marneux; puissance: 225 mètres.

d) 2e complexe de grès et de graviers; puissance: 200 mètres.

e) 3e complexe calcaréo-marneux se terminant par les calcaires compactes du Crétacique supérieur: 400 mètres.

A. — Crétacique dans l'enceinte de la ville

Les affleurements crétaciques de Lisbonne et de ses environs immédiats appartiennent exclusivement au 3e complexe calcaréo-marneux, et même en majeure partie aux calcaires compactes du sommet.

Les strates inférieures aux calcaires compactes, sont découvertes sur une épaisseur minima de 100 mètres et sont formées par des calcaires marneux, en partie magnésiens, contenant du gypse, et par places des géodes tapissées de cristaux de sulfate de strontiane.

Elles affleurent au Monsanto, depuis Cruz-da-Oliveira jusqu'à Santa-Anna, et plus bas, dans la vallée d'Alcantara, depuis Alto-dos-sete-moinhos jusque vers la Compagnie frigorifique (ancienne poudrerie de l'État).

Les calcaires du sommet, d'une trentaine de mètres d'épaisseur, comprennent des calcaires à peu près purs, surmontés de bancs marneux. Leur extension est beaucoup plus grande que celle du Crétacique moyen; ils commencent au Valle-de-Pereiro et s'étendent avec quelques interruptions jusqu'à Belem.

Les roches du Crétacique sont en général traversées par de nombreuses fentes de grandes et de petites dimensions, permettant à l'eau de s'infiltrer avec rapidité, ce qui est surtout le cas pour les calcaires compactes.

Dans la voûte de Lisbonne, on ne trouve en général presque pas d'eau, comme l'a prouvé le percement du tunnel du Rocio; ce n'est que vers le pied que quelques puits ont été foncés avec succès, lorsque des circonstances particulières arrêtent l'infiltration. Tel est le puits de la fabrique d'indiennes, au Nord de la Compagnie frigorifique du val d'Alcantara (profondeur 29 mètres) et le forage de ce dernier établissement (profondeur 46^{m},50). Ces puits atteignent le complexe marno-calcaire.

C'est ce même complexe qui alimente la fontaine de Cruz-da-Oliveira, au sommet du Monsanto.

En somme, ces eaux sont sans importance pour l'alimentation de la ville, sauf pour quelques fabriques qui ont établi soit des puits ordinaires (imprimerie d'indienne de la vallée d'Alcantara), soit des puits artésiens. Ces derniers sont surtout situés au bord du Tage, et l'eau est en général d'autant plus chargée d'eau de mer que le forage est moins profond.

On m'a parlé d'un sondage ayant deux venues d'eau, l'une à 57 mètres et l'autre à 74.

L'eau supérieure ronge rapidement le fer tandis que celle du fond serait beaucoup moins *acide*.

En réalité, cette corrosion provient de la décomposition du chlorure de magnésium contenu dans l'eau de mer, le mélange étant moins fort à 74 mètres qu'à 57.

Quelques fabriques la neutralisent en ajoutant de la chaux vive, d'autres ne l'emploient que pour les condensateurs.

L'exemple le plus curieux qui soit venu à ma connaissance est fourni par un puits situé dans l'angle formé par le bord du Tage et la vallée d'Alcantara, à une distance de plus de 150 mètres de l'ancienne rive de cette vallée.

Au dessous d'une couche superficielle de 3 mètres d'épaisseur, formée par des remblais et des alluvions, se trouve le manteau basaltique dans lequel on fonça deux puits, à 36 mètres l'un de l'autre. Ils sont reliés par une galerie non maçonnée, dans laquelle on peut parfaitement observer le basalte compacte et le tuf basaltique stratifiés.

Le puits septentrional, d'une profondeur de 7 mètres, fut prolongé par un forage de 15 mètres, entièrement dans les roches basaltiques. Le puits méridional, de 10 mètres de profondeur, est prolongé par un forage de 20 mètres, dans la roche basaltique, et par un autre forage, plus ancien, de 43 mètres de profondeur, ce qui porte la profondeur totale à 53 mètres.

On n'a pas de données sur les roches rencontrées dans cet ancien forage. L'ayant fait nettoyer, ma surprise fut extrême en constatant qu'il avait été arrêté dans du sable marin, évidemment récent ou quaternaire, en telle quantité que l'on ne pouvait pas descendre plus bas sans tuber.

Il est probable que le forage traverse la totalité du Basalte, et s'enfonce dans le calcaire crétacique jusqu'à la rencontre d'une cavité en communication avec l'eau du Tage. Les sondages exécutés dans le lit du fleuve jusqu'à 500 mètres au Sud du puits ayant révélé la présence de basalte au dessous des alluvions, la communication ne doit pas avoir lieu directement par le fleuve, mais plutôt par la vallée d'Alcantara dont le thalweg coupe les calcaires crétaciques.

Dans cette vallée, les sables marins, quaternaires, atteignent la profondeur de 22 mètres au dessous du sol, à une distance de 500 mètres en amont du puits qui nous occupe. Vu la différence de niveau du sol, ces derniers sables atteignent la profondeur de — 16^{m} au dessous des plus basses eaux du Tage, tandis que ceux qui viennent d'être mis à découvert par le sondage situé à 500 mètres en aval, ont leur toit à — 47. Il est donc probable que la cavité qui les contient a été formée par les eaux courant souterrainement vers le Tage à une époque où la nappe d'eau de celui-ci était d'une 50^{ne} de mètres au dessous de son niveau actuel.

La composition de l'eau est en rapport avec les conditions géologiques. Celle du puits septentrional contient un résidu de 2500 milligrammes par litre, elle se trouve donc dans les limites des autres eaux des puits de Lisbonne.

Celles du forage de 20 mètres, du puits méridional, analysée à deux reprises a donné un résidu de 10^{gr},820, tandis que celle du forage de 43 mètres présente un résidu de 20^{gr},140 en majeure partie de chlorure de sodium.

Etant donné que l'eau de l'Océan contient en moyenne 36 grammes par litre, l'eau provenant du point le plus bas contient une certaine proportion d'eau douce, et celle du forage de 20 mètres en contient beaucoup plus. Peut-être sa teneur en eau marine ne provient-elle que d'infiltrations de l'eau de l'autre sondage.

M. Mastbaum donne l'analyse de l'eau de la Compagnie frigorifique, mais c'est la réunion de deux eaux bien différentes, l'une provenant des alluvions marines, quaternaires, et l'autre de strates du Crétacique moyen. Cette eau contient 612 milligrammes de chlorure de sodium.

Le puits de la fabrique d'indiennes, foncé directement dans le Crétacique, est moins chargé (total 851, chlorure de sodium 245).

Malgré ces impuretés, on est frappé de la forte proportion de magnésie que contiennent ces eaux. La relation est de 1 : 1,7 pour le premier et de 1 : 2,1 pour le second. La fontaine de Cruz-da-Oliveira, dont le résidu total n'est que de 344 milligrammes, a aussi la proportion de 1 : 1,7.

Cette forte teneur en magnésie, qui rapproche ces eaux de celles du basalte, provient des calcaires magnésiens du complexe marno-calcaire. L'analyse de cinq échantillons de ces calcaires a donné comme maximum 15 % de magnésie pour 33 % de chaux, tandis qu'un autre n'a que 0,6 % de magnésie.

Dans le tableau comparatif, nous n'avons fait figurer que la fontaine de Cruz-da-Oliveira.

B.— Eaux des Aguas-livres

L'aqueduc dit des Aguas-livres[1] a été construit au milieu du siècle dernier, pour amener à Lisbonne l'eau d'une source portant le nom de Agua-livre ou de Mae-d'Agua-Velha, et d'autres sources situées dans le val de Carenque, à 13 kilomètres à vol d'oiseau au N.-O. du centre de Lisbonne, dans une contrée crétacique formant le prolongement de la Serra de Cintra et désignée généralement sous le nom de contrée de Bellas.

On y introduisit aussi l'eau de quelques sources de la contrée basaltique s'étendant entre cette voûte crétacique et les voûtes de même nature du Monsanto et de Lisbonne.

Plus tard, la quantité d'eau devenant insuffisante, on capta d'autres sources situées dans le même thalweg et ses affluents (aqueduc de Caneças), puis l'eau d'une source puissante, source de la Matta, située à 5 kilomètres à l'Ouest du val de Carenque et appartenant à un autre bassin hydrographique.

Les sécheresses de 1874 et de 1875 portèrent le gouvernement à mettre en pratique un projet de Carlos Ribeiro proposant de percer des galeries profondes au-dessous de certaines vallées, à une hauteur suffisante pour que les eaux ainsi recueillies puissent être amenées à l'aqueduc général. Ce drainage a été effectué sous les thalwegs dits Valle-de-Figueira et Valle-de-Brouco, situés à l'Ouest de la vallée de Carenque, auquel ils se réunissent, et sous celui de Valle-de-Lobos situé en amont de la source de la Matta.

L'ensemble des aqueducs collecteurs et latéraux formant le réseau total des Aguas-livres (aguas-altas) a une longueur 43 kilomètres.

Ces eaux ont cinq provenances différentes, que nous allons examiner en procédant de l'Est à l'Ouest. Les premières seules ne proviennent pas du Crétacique.

1° Les sources captées dans la nappe basaltique et dans les conglomérats lacustres des *environs de Porcalhota*, dont nous avons parlé plus haut.

2° Les *sources captées dans le val de Carenque et dans ses affluents*

[1] Cet aqueduc traverse le val d'Alcantara par un pont en pierres de taille, de réputation européenne, dont l'arc principal atteint plus de 65 mètres de hauteur au dessus du lit du ruisseau.

appartiennent à la totalité des groupes du Crétacique. Les conditions de captage varient d'une source à l'autre, les unes ne présentent pas de possibilités de pollution, ce qui est malheureusement le cas pour d'autres, plus rapprochées d'habitations.

3° Les eaux recueillies par galeries profondes dans les *vallées de Brouco et de Figueira* proviennent des quatre premiers complexes pétrographiques. Les galeries du val de Figueira ont une longueur de 2200 mètres, dont un quart dans les calcaires et le reste dans les grès; celles de la vallée de Brouco ont près de 1500 mètres, dont un tiers dans les calcaires. La profondeur moyenne au-dessous de la surface du sol est de 27 à 28 mètres. La surface du sol est inhabitée.

4° Les eaux de la *source de la Matta* sourdent avec force par de larges conduits naturels ouverts à la base du complexe calcaire inférieur, c'est-à-dire au sommet du Jurassique. Ces eaux présenteraient donc toutes les chances de pollution des eaux circulant par crevasses, si leur bassin hydrographique n'était pas recouvert par les puissantes assises du complexe gréseux inférieur, dont la surface est presque entièrement inculte et inhabitée. Il ne faut pourtant pas se faire illusion. le débit considérable de ces sources montre qu'elles ne sont pas uniquement alimentées par les terrains voisins, ce qui est corroboré par leur composition chimique; il n'est donc pas impossible que la crevasse qui les amène soit en communication avec des points habités.

5° Les eaux recueillies par galeries profondes dans le *Valle-de-Lobos* sont pour la plupart captées dans les grès du complexe inférieur et le reste dans les calcaires sur lesquels ces grès reposent. Les galeries ont une longueur de 2000 mètres, dont 1700 dans les grès. La profondeur moyenne de la galerie principale au-dessous de la surface du sol est de 12 à 13 mètres.

C'est ici le cas de faire une remarque qui s'applique à toutes les sources naissant dans des grès analogues, c'est que les eaux n'y circulent pas uniquement par infiltration à travers la masse, mais aussi par des fentes à parois rapprochées. Ce ne sont pas les canaux largement ouverts des calcaires, mais ce sont pourtant des conduits permettant à l'eau de circuler librement, sans filtration, ou bien avec une filtration imparfaite. Ces différentes conditions de circulation sont accusées par les différences de température que présentent ces sources, et dont nous parlerons plus loin.

Les galeries s'arrêtent à environ 200 mètres en aval du hameau de Valle-de-Lobos; cette eau n'est donc pas dans d'aussi bonnes conditions que celles des vallées de Brouco et de Figueira.

L'étude de M. Mastbaum ayant en vue l'hygiène, il analyse l'eau d'après les rameaux qui l'amènent à l'aqueduc général.

Son tableau n.° VIII nous indique les principaux éléments de treize sources alimentant l'aqueduc primitif, mais quatre seulement proviennent du Crétacique.

Le tableau n.° IX donne la composition complète de quatre sources recueillies par le rameau de Caneças et le tableau IX[a], leur composition systématique. Les tableaux X et X[a] fournissent la composition complète et systématique de la source de Mãe d'Agua-Velha, du même thalweg que les sources de Caneças, des eaux des trois galeries profondes et de l'eau de la source de la Malta. Nous avons donc la composition complète de neuf sources et les principaux éléments de quatre.

L'eau des galeries profondes a été recueillie à l'entrée de chaque galerie dans l'aqueduc collecteur; l'analyse porte donc sur la totalité de l'eau recueillie dans chaque galerie.

Nous avons groupé ces différentes provenances dans le tableau comparatif B, et nous allons faire quelques remarques en prenant aussi en considération les sources dont on ne connaît que les principaux éléments.

La minéralisation des sources du Crétacique est comprise entre 227 et 399 milligrammes par litre; elle est donc moins forte que celle des eaux du Tertiaire fluvio-marin et du basalte, qui peuvent être considérées normales lorsqu'elles ne dépassent pas 500 milligrammes, et dont le minimum est 303.

Sources du complexe calcaréo marneux supérieur.— La source Maria da Conceição Barbosa Araujo (1) et celle de S. Braz (2) portées au tableau VIII de M. Mastbaum ne proviennent, d'après C. Ribeiro, que du complexe supérieur, nous pouvons donc les mettre en parallèle avec la source de Cruz-da-Oliveira (3).

	N° 1	N° 2	N° 3
Résidu total	307	302	344
Chaux	64	97	91
Magnésie	39	28	52
Relation de la magnésie à la chaux	1 : 1,6	1 : 3,4	1 : 1,7

Les n.os 1 et 3 peuvent donc être considérés comme fortement magnésiens.

Sources des complexes calcaréo-gréseux. — Les autres sources ont malheureusement toutes les calcaires et les grès comme bassin d'alimentation; il eût été intéressant de choisir des sources provenant exclusivement des grès, et même d'un massif de grès déterminé, car ces deux massifs ne présentent pas une composition identique.

Les galeries de Valle-de-Lobos, qui sont presque exclusivement dans les grès, fournissent une eau n'ayant que 237 milligrammes de *résidu total;* l'eau de Valle-de-Brouco est encore moins minéralisée (227 miligrammes), quoiqu'un tiers des galeries soit dans les calcaires, tandis que celles de Valle-de-Figueira, dont un quart seulement est dans les calcaires, présentent un résidu de 333 milligrammes.

Ce sont ces trois eaux des galeries profondes qui contiennent le moins de *carbonate de chaux* (79 à 115).

Ce sont par contre les deux sources les plus volumineuses, Mãe-d'Agua-Velha et Matta, qui contiennent la plus forte proportion de ce sel, 210 et 258. Les autres sources en contiennent de 123 à 210, donc beaucoup plus que les sources basaltiques.

Cette forte proportion de calcaire dans la source de la Matta prouve qu'elle n'est pas exclusivement alimentée par les grès qui la surmontent.

La relation entre la *magnésie* et la chaux n'atteint 1 : 2 que dans la source de la Vicomtesse d'Olivaes qui, d'après C. Ribeiro, viendrait en partie du complexe marno-calcaire supérieur. Dans les autres sources, elle est à peu près de 1 : 4, mais tombe à 1 : 8,6 pour les galeries de Valle-de-Brouco et à 1 : 10,9 à la source de la Matta.

Il est curieux de voir cette source, située à côté des galeries de Valle-de-Lobos, présenter un rapport aussi faible, tandis que l'eau de ces galeries a le rapport 1 : 4; mais ce fait a sa cause dans la forte proportion en chaux et non pas dans une moindre quantité de magnésie (13,9 Matta, 14,7 Valle-de-Lobos).

Malgré cette analogie de la teneur en magnésie, les différences sont assez marquées pour que l'on puisse en déduire que la source de la Matta *n'a pas la même origine que l'eau des galeries*, et par conséquent que l'ouverture de celles-ci n'a pas pu lui porter préjudice.

Dans toutes ces eaux crétaciques, la *silice* est faiblement repré-

sentée, entre 8 et 14 milligrammes, tandis qu'elle atteint de 15 à 46 dans les eaux tertiaires.

Le *chlorure de sodium* s'y trouve aussi en proportion moindre que dans les eaux alluviales et tertiaires. Il n'atteint que 32 à 63 milligrammes, au lieu de 60 à 450.

On objectera que les eaux tertiaires, que nous avons vues, proviennent en partie de bassins présentant de nombreuses habitations et que d'autres, comme Alfeite et les sondages du Tage, peuvent recevoir des infiltrations d'eau salée. Ces objections ne peuvent pas être faites pour certaines sources, situées sur des hauteurs inhabitées, comme la source basaltique de la Quinta de S.^{to} Antonio, qui pourtant présente 73 milligrammes.

On sera aussi tenté de chercher l'explication de cette augmentation de chlorure de sodium dans le fait que les sources de la contrée de Bellas étant plus éloignées de la mer que celles de Lisbonne, elles ne sont pas exposées au vent chargé de chlorure de sodium.

Cette objection ne résiste pas aux faits suivants:

1° La source crétacique de Cruz-da-Oliveira est aussi exposée à ces vents, et pourtant elle ne contient que 38 milligrammes de chlorure de sodium.

2° Les sources basaltiques de la contrée de Porcalhota se trouvent, par rapport au vent, dans des conditions analogues à celles de Bellas. Comme nous n'en connaissons pas la composition systématique, nous devons baser notre comparaison sur la quantité totale de *chlore*.

Sources basaltiques	*Sources crétaciques*
1 source avec 32	6 sources avec 19–32
3 » » 35	3 » » 34–35
2 » » 39–42	4 » » 37–41

Nous voyons donc que $^1/_6$ seulement des sources basaltiques connues de cette contrée a une teneur en chlore inférieure à 32 milligrammes par litre, tandis que cette proportion atteint près de la moitié pour les eaux crétaciques.

Sulfates.—Les neuf sources dont on connaît la proportion d'acide sulfurique présentent: deux avec moins de 20 milligrammes, trois entre 21 et 24, trois entre 31 et 33, une avec 52. Cette dernière est l'eau de Valle-de-Figueira; il est probable que cette forte teneur en

sulfates provient de la décomposition des pyrites, fréquentes dans les grès.

La teneur en acide sulfurique est tellement variable dans les sources non polluées des autres catégories, que nous ne pouvons faire aucune comparaison.

Les eaux des galeries profondes et de la source de la Matta contiennent du chlorure de potassium, mais aucune des eaux provenant du Crétacique ne contient de carbonates alcalins.

Modifications pendant le parcours.—La circulation de l'eau dans l'intérieur de l'aqueduc n'a pas lieu dans des tuyaux fermés, mais dans des rigoles ouvertes, permettant la volatilisation d'une grande partie de l'acide carbonique, d'où résulte la précipitation de carbonates de chaux, de magnésie et de fer.

Le tableau suivant montre les différences de composition à différentes distances.

Les échantillons ont été pris: nº 1, (le 29-11-1892) à Carenque, nº 2, (le 19-1-1893) à Porcalhota, soit à 2500 mètres plus loin, et nº 3, (le 25-11-1893) au réservoir des Amoreiras, soit à près de huit kilomètres de Carenque.

	Carenque Nº 1	Porcalhota Nº 2	Amoreiras Nº 3
Résidu	322,0	318,0	287,6
Chlore	27,7	26,0	32,7
Chaux	104,8	98,0	84,2
Magnésie	25,5	25,0	24,9
Ammoniaque	0	traces	0
Acide nitrique	traces	traces	traces
» nitreux	0	0	0
Oxydabilité	1,7	1,4	1,4

Il est à noter que cette différence ne provient pas uniquement de la modification par suite de la formation d'un dépôt, car des sources un peu moins calcaires que celles du Crétacique sont introduites sur tout le parcours.

L'analyse du dépôt formé dans la rigole près de la porte d'Almarjão, avant l'introduction des sources basaltiques, a donné les résultats suivants: Silice, 0,37. Oxydes de fer et d'alumine, 0,91. Chaux, 54,81. Magnésie, 0,29. Ce qui correspond à 97,88 de carbonate de chaux et 0,61 de carbonate de magnésie.

Comparaison de l'eau à différentes époques.—Il est intéressant de comparer une analyse de l'eau des Aguas-livres, faite en 1852 par J. M. de Oliveira Pimentel, avec une analyse faite en 1894 par M. Mastbaum.

	1852	1894
Carbonate de chaux	43,5	102,0
» de magnésie	28,1	33,0
Sulfate de chaux	traces	15,5
» de magnésie	31,4	14,0
» de soude	3,3	—
Carbonate de soude	70,9	traces
Chlorure de sodium	50,5	57,9
» de potassium	—	3,8
Azotate de potasse	2,2	—
» de magnésie	—	4,9
Silice	13,2	14,0
Oxyde de fer et alumine		2,0
Résidu total	343,1	252,6

Quoique le résidu total soit à peu près le même, il y a de notables différences dans les détails, surtout pour la chaux qui, en 1852, n'était que de 24,4 milligrammes, tandis qu'elle comporte actuellement 63,5 milligrammes; quant à la soude, elle comportait 69,8 et elle n'est plus qu'à 30,7.

Il est à remarquer qu'en 1852, les eaux des galeries profondes et celle de la source de la Matta n'étaient pas encore amenées à Lisbonne. Quoique la source de la Matta soit fortement chargée de carbonate de chaux, ce n'est pas son introduction qui a pu amener un changement aussi radical.

Nous avons vu qu'une modification analogue est aussi indiquée par la comparaison des analyses du Tanque das Lavadeiras faisant partie du groupe des eaux thermales de Lisbonne.

La probabilité d'un changement dans la composition de l'eau est corroborée par la comparaison avec les observations du degré hydrotimétrique faites en 1864 par Carlos Ribeiro.

M. Mastbaum a trouvé le même degré pour l'ensemble des eaux réunies dans l'aqueduc, tandis qu'il est plus élevé pour quelques sources captées par l'aqueduc de Caneças.

Dans deux sources qui, en 1864, avaient 16,5, il a trouvé 30,4 et 27,3, et dans une troisième qui avait 19,5, il a trouvé 24,6. Par contre, la source de la vicomtesse des Olivaes n'aurait pas subi de modifications.

Température.—M. Mastbaum a observé la température d'un grand nombre de sources en août et septembre 1894. La température de celles de l'ancien aqueduc est comprise entre 16°,5 et 18°,8 centigrades, et la température des sources de l'aqueduc de Caneças, situées plus haut, entre 16° et 20°. D'autres sources de ce même aqueduc, observées en janvier, ont donné des températures entre 14°,6 et 17°,6 et les eaux réunies dans l'aqueduc: 18°,2.

La source de la Matta a donné 17°,8 en janvier et 18°,1 le 21 mai, deux autres sources voisines, captées par le même aqueduc, ont donné 16°,6 et 18°,2 en janvier et un dixième de degré en moins le 21 mai.

Enfin, sept sources des galeries profondes de Valle-de-Lobos marquaient, en janvier, entre 15°,1 et 17°,2, la différence le 25 mai n'étant que de un dixième pour chaque source. A leur réunion à la fin de la galerie, les eaux marquaient 16° le 21 mai.

La température de 20°, mentionnée en été pour deux sources de l'aqueduc de Caneças, est probablement due à l'action de la température de l'air, tandis que la source de Mãe-d'Agua-Velha accuse toujours 20°. (Observation de C. Ribeiro en février 1864, et de M. Mastbaum, à différentes époques de 1892, 1893 et 1894). Cette température est évidemment supérieure à la température du lieu, et cette source doit être considérée comme thermale.

III

Eaux du Jurassique

Quelques eaux de la contrée de Bellas proviennent en faible partie des strates les plus supérieures du Jurassique; telles sont les eaux des galeries profondes de Valle-de-Brouco. La source de la Matta coule aussi sur ces strates supérieures, mais si ses variations de température ne sont pas dues à des conditions spéciales à son point d'émergence, elle ne peut pas entamer profondément le Jurassique.

La constance de la température élevée de la source de Mãe-d'Agua-Velha, fait prévoir un long parcours; il est possible qu'elle atteigne le Jurassique, ce qui serait corroboré par sa forte teneur en calcaire.

La source de l'Alviella provient par contre incontestablement du Jurassique, on pourrait dire exclusivement, si des graviers crétaciques ne recouvraient pas une faible partie de son parcours souterrain.

La serra de Santo-Antonio, qui fait partie du massif de Porto-de-Moz, est formée par les calcaires compactes du Jurassique moyen, et est limitée à son pied méridional par une région basse, d'une largeur moyenne de 2500 mètres, composée de graviers crétaciques et pliocènes.

Au Sud de ces graviers, on retrouve une bande de Jurassique moyen, limitée par du Crétacique supérieur; il y a donc un affaissement de la région qui sépare les deux affleurements de Jurassique moyen.

L'affleurement méridional est terminé à 2 kilomètres à l'Ouest de Amiães-de-Baixo, par une dislocation transversale, de laquelle jaillit la source de l'Aviella, avec un débit moyen de 30:000 mètres cubes en 24 heures.

Il est incontestable que le bassin d'alimentation de cette source est constitué par la serra de Santo-Antonio, vaste surface de calcaire qui n'a pas de déversoir superficiel, mais comme on ne connaît pas le rapport entre l'eau absorbée par cette surface et le débit de l'Alviella,

on ne peut pas dire si cette surface est uniquement alimentée par ce bassin hydrographique, ou bien si une partie de ses eaux lui est fournie par le bassin fermé de Minde, qui est contigu à celui de Santo Antonio.

Quoi qu'il en soit, cette source est exposée aux cas de pollution des eaux circulant par canaux souterrains dans les massifs calcaires, ce qui peut devenir particulièrement dangereux par suite de l'habitude des populations de ces régions, de jeter les cadavres des animaux dans les crevasses du rocher, crevasses qui communiquent directement ou indirectement avec les cours d'eaux souterrains. Ce cas est bien démontré pour le bassin de Minde, grande cuvette à fond plat, de 4 kilomètres de long sur 1 ½ de large, situé à une centaine de mètres au-dessus de la plaine.

Ce bassin est couvert d'eau en hiver, mais au printemps elle s'écoule par des crevasses situées aux points les plus bas; on cultive le sol, puis en hiver des eaux jaillissantes sortent par ces mêmes crevasses et inondent la plaine en y amenant des poissons.

Le danger des eaux circulant dans les massifs calcaires est connu depuis longtemps, mais il vient d'être mis en évidence par les remarquables recherches de M. Martel. En 1885, je l'ai signalé pour la source de l'Alviella *(Tunnel du Rocio*, p. 12).

La canalisation depuis la source jusqu'à son entrée à Lisbonne a 114 kilométres de longueur, l'altitude de la source n'est que de 54^{m},33, et son point d'entrée à Lisbonne dans le réservoir des Barbadinhos, de 31^{m},66.

M. Mastbaum a analysé deux fois l'eau de l'Alviella à son arrivée à Lisbonne (réservoir des Barbadinhos) et a en outre fait un grand nombre d'analyses de l'eau distribuée dans la ville. Malheureusement il n'a pas pu se procurer de l'eau prise à la source, de sorte que nous ne connaissons que la composition de l'eau modifiée par un parcours de 114 kilomètres. Comme ce parcours s'effectue en tuyaux fermés et sous une forte pression due aux siphons, la modification ne peut pas être dans les mêmes proportions que celle qui s'effectue dans l'aqueduc des Aguas-livres.

Nous avons pourtant porté cette eau au tableau comparatif. Le résidu totale a été de 194 dans la première analyse, et de 201,6 dans la deuxième. L'oxydabilité 1 et 1,1; l'oxygène dissous 7,13 et l'acide carbonique libre 10,5. Le seul sel en quantité notable est le carbonate de chaux, qui dépasse la proportion contenue dans les eaux des galeries profondes de la contrée de Bellas.

IV

L'eau livrée au consommateur

Variations suivant les saisons.— Comme nous l'avons vu, les eaux de l'aqueduc des Aguas-livres proviennent en majeure partie des eaux du Crétacique, l'eau du réservoir des Amoreiras, auquel elles aboutissent à Lisbonne, a par conséquent un caractère calcaire; ce caractère est toutefois moins accentué en été qu'en hiver, parce que la diminution des sources crétaciques en été est plus accentuée que celle des sources basaltiques.

L'eau du réservoir, analysée le 25 novembre 1893, a donné 24,9 milligrammes de magnésie pour 84,2 de chaux (relation 1:3,38), tandis que le 11 août 1894, elle contenait 22,1 milligrammes de magnésie pour 63,5 de chaux (1:2,87).

Influence pluviométrique sur la composition.— Après avoir étudié les eaux à leur origine et pendant leur trajet jusqu'à leur entrée à Lisbonne, l'auteur examine la qualité de l'eau fournie au consommateur; autrement dit, il examine les modifications survenant dans les canaux de distribution en ville.

Pendant les années 1891, 1892 et le 1er trimestre de 1893, il analysa chaque mois l'eau fournie par la canalisation, et continua en 1893 et 1894, en se bornant à des analyses succintes.

Ces analyses d'eaux prises à un même robinet, dans la partie basse de la ville, permettent de reconnaître à première vue quand cette eau a été fournie par la canalisation de l'Aviella et quand elle a été fournie par l'aqueduc des Aguas-livres, ce qui dépend en grande partie des saisons, car l'eau des Aguas-livres, arrivant en haut de la ville, tandis que celle de l'Alviella arrive dans le bas, on ne refoule celle-ci dans les réservoirs que lorsque la première ne suffit pas.

Quatre tableaux nous montrent les analyses de ces quatre années et un cinquième présente les moyennes, les minima et les maxima de chaque année.

La moyenne de la minéralisation est de 207 en 1891, 248 en 1892, 241 en 1893, 246 en 1894. Les maxima suivent à peu près la même marche, ce qui n'est pas le cas pour les minima: 167 en 1891, 192 en 1892, 201 en 1893, 194 en 1894.

On voit aussi que le chlore suit la même marche que la somme des résidus, mais l'auteur ne trouve pas les analyses assez nombreuses pour pouvoir tirer des conclusions pour les autres éléments.

Comme ces différences peuvent provenir de la proportion différente du mélange des deux eaux, l'auteur calcule les moyennes pour chaque eau, en prenant un résidu de 250 milligrammes comme limite entre les deux.

Ce tableau fait voir que l'augmentation de résidu et de chlore en 1892 et 1893, n'est pas due à ce que les eaux ont été mélangées en proportions différentes, car cette augmentation existe pour chaque catégorie examinée séparément.

Eau de l'Alviella: 201 en 1891, 215 en 1892 et 1893, 221,5 en 1894.

Les eaux des Aguas-livres ont leur maximum de résidu en 1892: 321,6 au lieu de 273,4 en 1891.

M. Mastbaum ne croit pas qu'il s'agisse d'une augmentation constante, mais que ces différences sont dues à la différence des conditions pluviométriques. La hauteur moyenne de la pluie à Lisbonne, calculée pour la période 1855 à 1880, est de 748,3 millimètres, elle est de 750,2 pendant les huit années suivantes, mais elle est tombée à 409 en 1889 et à 543,8 en 1890, ce qui est à peu près les $^2/_3$ de la moyenne.

En 1891, la moyenne ne fut pas atteinte (726), mais elle fut dépassée en 1892 et en 1893. En 1892, elle atteignit 892,5, soit près de $^1/_5$ de plus que la moyenne.

L'auteur y voit l'explication de la minéralisation très faible de 1891 et de l'augmentation en 1892 et 1893, en admettant qu'une plus grande quantité d'eau entraînant une filtration plus rapide, le terrain ne peut pas exercer son action purificatrice aussi bien que dans le cas de filtration lente.

J'avoue ne pas approuver complètement ce raisonnement, car l'eau est d'autant plus chargée de sels minéraux que son contact avec la roche aura été plus long, autrement dit, que la filtration aura été plus lente.

Assurément, il y a un autre facteur à prendre en considération. La surface du sol contient une quantité d'impuretés provenant de l'ac-

cumulation des débris organiques; l'eau entraîne dans le sol une partie de ces impuretés et une filtration très rapide n'a peut être pas le temps de l'en débarrasser, mais il s'agit de matières organiques. Ces impuretés s'accumulant dans l'intérieur du sol, constitueraient une cause permanente de pollution, si l'eau n'entraînait pas avec elle de l'oxygène, qui les brûle et nettoye ainsi ce filtre naturel.

Température.—La température moyenne de l'air à l'Observatoire de Lisbonne, soit à l'altitude de 95 mètres, est de 15°,85, et la température constante du sol, qui correspond à une profondeur de 20 mètres, est de 18°,2.

La canalisation de l'eau est environ à 1m,10 sous la surface du sol, ce qui correspond à une température moyenne de 17°, mais les oscillations de la température de l'eau livrée au consommateur se trouvent entre 11°,6 et 25°.

Par l'emploi de cruches poreuses *(Alcarrazas* des Espagnols), on abaisse la température de 1° à 1°,5 pour les cruches fines et de 3° à 4° pour les cruches en terre ordinaire. Vu le climat de Lisbonne, une eau ayant 20 à 25° paraît fort agréable en été.

Qualités hygiéniques.—La composition de l'eau non polluée étant différente suivant la nature géologique du sol, on devra forcément modifier, suivant les contrées, les qualités requises à l'eau considérée comme potable, autant sous le rapport de la composition que sous celui de la température.

M. Mastbaum propose le tableau suivant, comme limites maxima des différents corps entrant dans la composition des eaux qui naissent *dans le territoire de Lisbonne.*

Résidu total..................	400	à	500	milligr.	par litre
Chaux.......................	100	à	120	»	»
Magnésie.....................	80	à	100	»	»
Chlore.......................	25	à	30	»	»
Acide sulfurique..............	30	à	60	»	»
» nitrique................	20	à	30	»	»
Oxydabilité..................	2,0	à	2,5	»	»
Acide nitreux................	0			»	»
Ammoniaque...................	0			»	»
Sulfure d'hydrogène...........	0			»	»

La limite de 30 pour le chlore indique que toute eau la dépas-

sant doit être considérée comme suspecte, mais il va de soi que l'introduction d'un peu d'eau salée augmente considérablement ce chiffre sans que l'eau devienne pour autant préjudiciable.

Quant aux *eaux introduites dans la ville*, leur résidu total variant entre 176, 2 et 341,6 est fort loin d'atteindre le maximum admis par les hygiénistes.

La perte du résidu à la calcination varie entre 7 et 30,8.

L'oxydabilité est aussi inférieure aux chiffres tolérés; il en est de même de la silice, du fer, de l'alumine et du sulfate de chaux.

Le *chlore* a une moyenne de 25,5 milligrammes. Le minimum étant 12,9 et le maximum 36—proportion plus élevée que celle observée dans les autres pays—ce fait toutefois ne serait pas spécial aux environs de Lisbonne: il y a lieu de supposer qu'il s'étend à tout le Portugal, ce que M. Mastbaum attribue à l'eau salée entraînée par les vents. Il va de soi qu'ici comme ailleurs, il faut tenir compte de la quantité normale à la contrée, et que toute augmentation doit faire suspecter une pollution par des matières organiques.

La presque totalité de la *chaux* étant à l'état de bicarbonate, le carbonate se précipite par la cuisson, ce qui a valu à l'eau de Lisbonne la réputation d'être très calcaire, tandis que d'autres eaux contenant la chaux à l'état de sulfate, de chlorures et de nitrates, n'auront pas cette réputation, quoique leur teneur en chaux soit plus grande. Le degré hydrotimétrique compris entre 14,1 et 25,6 correspond à une quantité de chaux tolérée par quelques hygiénistes et considérée comme nécessaire par d'autres.

La *magnésie* varie entre 5 et 26 milligrammes, la moyenne étant de 12,8, proportions qui, de même que celles de la chaux, ne peuvent être défavorables que pour l'emploi du savon. Il va de soi que les plus riches en magnésie sont légèrement laxatives.

L'*ammoniaque*, à l'état de traces, a été rencontré en 1991, 1892 et au printemps de 1894. Le fait que ces vestiges n'existaient pas dans l'eau à son arrivée à Lisbonne, prouvait qu'il y avait des défectuosités dans la canalisation, et l'analyse bactériologique parlait dans le même sens. Il ne fut pas difficile de découvrir les points défectueux et d'y porter remède.

La moyenne de cinq analyses a donné pour le *gaz* les résultats suivants; acide carbonique, 12,8 centimètres cubes par litre, oxygène, 7,1, azote, 13,6.

La recherche de *sels de plomb* pouvant provenir de l'oxydation des tuyaux n'a donné que des résultats négatifs.

En résumé, les eaux introduites à Lisbonne sont de bonne qualité, celles d'Alviella étant meilleures que celles des Aguas-livres; mais il est nécessaire de les surveiller, autant par rapport aux infiltrations qui peuvent se faire dans les canaux de distribution, que par rapport aux pollutions pouvant avoir lieu dans les bassins hydrographiques de certaines sources.

Cette surveillance existe, du reste, et les analyses bactériologiques du Dr. da Camara Pestana ont déjà motivé le rejet de quelques affluents de l'aqueduc des Aguas-livres.

Les analyses bactériologiques de l'eau en distribution, sont publiées chaque mois au bulletin du Service d'hygiène.

Quantité d'eau par habitant, distribution, etc.—La quantité d'eau fournie par l'aqueduc des Aguas-livres est très variable suivant les saisons. Tandis qu'en hiver elle a une moyenne de 6 à 10.000 mètres cubes par 24 heures, et qu'elle atteint même 14.000 mètres dans les hivers très pluvieux, elle est réduite à 2 à 3.000 en été. Cette disproportion entre les saisons a disparu depuis l'introduction des eaux de l'Alviella.

D'après le recensement de 1890, la ville a une population de 257.203 habitants dans ses anciennes limites et de 311.471 avec les communes annexées en 1885. Ces dernières n'étant qu'en partie alimentées par la Compagnie des eaux, le calcul suivant donne des chiffres inférieurs à l'eau réellement consommée à Lisbonne.

La Compagnie peut actuellement disposer de 39.000 mètres cubes par jour, soit 122 litres par habitant; en admettant le maximum de l'étiage des quatre dernières années, cette quantité serait réduite à 111 litres. Il y aurait à ajouter à ces chiffres un certain nombre de fontaines publiques, aux soins directs de la municipalité, autant dans l'ancienne que dans la nouvelle circonscription, et l'eau de puits et de sources appartenant à des particuliers ou à des compagnies industrielles.

Après l'achèvement des réservoirs dont la construction est suspendue, la réserve sera de 169.890^{m3} dans les réservoirs et de 75.000^{m3} dans les tuyaux.

Pour la distribution, la ville est divisée en trois zones. La zone basse, atteignant l'altitude de 45 mètres, est approvisionnée par les réservoirs de Veronica et du Principe Real (altitude des fonds: 66,62 et 66,57); la zone moyenne, de 45 à 69 mètres, est desservie par les réservoirs du Monte, du Arco et de Campo d'Ourique (altitude des

fonds: 96,50, 92,34 et 90) et la zone supérieure qui atteint 95 mètres, est alimentée par les réservoirs de Pombal et de Penha de França (115,88 et 104,60).

L'eau de l'Alviella se déverse dans le réservoir des Barbadinhos (31^{m},66), d'où elle est refoulée dans les autres réservoirs, tandis que l'eau des Aguas-livres coule naturellement dans les réservoirs de Pombal, de Campo-d'Ourique, de Arco et des Amoreiras.

Considérations finales

La relation entre la composition de l'eau et celle des terrains dont elle provient, facilement reconnaissable lorsqu'il s'agit de strates ayant une composition franchement différente, est plus difficile à reconnaître pour des terrains de composition mixte, et peut être complètement masquée dans les eaux souillées par des matières organiques.

La plupart des eaux qui nous occupent sont dans ces deux derniers cas, et pourtant on peut reconnaître quelques traits généraux.

On peut dire que l'analyse chimique ne peut pas servir au géologue de guide de toute confiance dans la recherche de l'origine d'une source, car des eaux de provenance analogue présentent parfois des différences considérables (forages sous le Tage, type magnésien et non magnésien du basalte, etc.), mais qu'il est pourtant certains cas où l'analyse donne une certitude, là où l'on n'avait que des probabilités.

Telle est, par exemple, la relation entre les galeries profondes de Valle-de-Lobos et la source de la Matta. On a accusé les premières d'avoir fait diminuer la seconde, tandis que la différence profonde qui existe entre ces deux eaux nous montre une origine différente.

Il est assez curieux de remarquer que l'*oxydabilité*, c'est-à-dire la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les substances organiques, est assez faible dans toutes les eaux de Lisbonne, même pour celles qui sont incontestablement polluées. M. Matsbaum en conclut que l'importance de ce caractère a été exagérée. Il se demande en outre *s'il existe de bonnes eaux avec une oxydabilité élevée*, mais son étude des eaux de Lisbonne ne lui donne pas de réponse à ce sujet.

Résumons en quelques mots les principaux caractères des différents types que nous avons vus.

Alluvions.— Énormes quantités de matières dissoutes (minimum 678 milligrammes), prédominance des chlorures et des nitrates, forte quantité de silice (30 à 32). Quelques-unes sont fortement chargées d'hydrogène sulfuré.

Pliocène.— Deux sources à minéralisation moyenne (430 et 493 milligrammes). Forte proportion de chlorure de sodium. Silice 15. Chaux en proportion forte, relativement à la composition du terrain.— Plus au Sud, les sables blancs coupés de filets d'argile fournissent une eau très pure, ne laissant pas de dépôts dans les chaudières. Carlos Ribeiro en a examiné 6 en 1864, le degré hydrotimétrique de 5 était compris entre 5,3 et 7,5; la 6ᵉ présentait 9,5, probablement par suite de pollutions.

Miocène.— Composition variable suivant les assises dont l'eau provient. Puits et sources de Lisbonne généralement chargés de matières organiques; celles que l'on peut considérer comme pures ont une minéralisation moyenne (303 à 410) provenant principalement de chlorure de sodium et de carbonates de chaux, de magnésie et de soude. Silice en proportion moyenne (16 à 27). A Lumiar, source incrustante, contenant 303 de carbonates de chaux et de magnésie.

Les *puits artésiens* amorcés sur le rivage ont une minéralisation plus forte (430 à 496) que celle des sources et des puits exposés à l'air libre, provenant des mêmes strates. Leur proportion de chlore (67 à 80) est le maximum observé dans les sources miocènes non polluées.

Forages sous le Tage.— Forte minéralisation provenant de chlorure de sodium, de sulfates et surtout de carbonates de chaux, de magnésie et de soude. Beaucoup de silice. Bonne réputation sous le rapport de l'hygiène.

Basalte.— Minéralisation moyenne 274 à 502. Chlorure de sodium moins abondant que dans les précédentes; beaucoup de carbonates; magnésie et silice en proportion généralement plus forte que dans toutes les autres eaux.— Jouissent d'une très bonne réputation, quoique légèrement laxatives.

Eaux thermales.— Minéralisation très forte dans quelques sources recevant des infiltrations superficielles ou des eaux du Tage, moyenne dans les autres, (490). Forte proportion de chlorure de sodium, de sulfates, de nitrate de soude, de carbonates et de silice.

Crétacique supérieur.— Peu abondantes, généralement polluées à l'intérieur de la ville. Les autres sont à minéralisation faible, provenant surtout de carbonates de chaux et de magnésie, la magnésie atteignant presque la même proportion que dans les eaux basaltiques. Peu de silice (9 milligr.).

Complexe de grès et de calcaires marneux.— Minéralisation faible ou moyenne, provenant surtout du bicarbonate de chaux, peu de silice.

Toutes conditions égales, les eaux du *Crétacique* ont moins de chlorure de sodium que celles du Tertiaire marin ou du basalte.

Calcaires jurassiques.— Connues seulement à leur arrivée à Lisbonne. Minéralisation atteignant son minimum et provenant surtout du bicarbonate de chaux; silice réduite à 5 milligrammes.

En somme, il semble que, abstraction faite des eaux polluées, la minéralisation est en général d'autant plus forte que le terrain est plus récent. La même remarque s'applique au chlorure de sodium, en quantité plus forte que ce n'est généralement le cas dans les autres pays, ce qui ne tient ni à l'altitude, ni à l'exposition aux vents provenant de l'Océan.

Explication du tableau comparatif A

1. *Alluvions.*— Minima et maxima des trois sources minéralisées: rua da Prata, n.° 8, rua dos Capellistas, n.° 53, et Ponte-d'Algès.
2. *Pliocène.*— Poço da Romeira (Alfeite).
3ᵃ. *Miocène.*— Minima et maxima d'un puits à Lisbonne et de deux sources au Sud du Tage.— 3ᵇ. Lumiar, source incrustante, voyez page 157.
4. *Forages sous le Tage.*— Ponton de l'Arsenal (gauche) et ponton des bateaux à vapeur du chemin de fer du Sud (droite).
5. *Basalte (type magnésien).*— Minima et maxima de cinq eaux de la partie occidentale de Lisbonne. Le chiffre 274 comme résidu total provient d'une source des environs de Porcalhota.
6. *Basalte (type non magnésien).*— Source de S.to Antonio à Algès-de-Cima.
7. *Eaux thermales.*— Bains de Baptista et Chafariz d'El-Rei.

Explication du tableau comparatif B

1. *Troisième complexe marno-calcaire.*— Marno-calcaires magnésiens inférieurs aux calcaires compactes du sommet.— Source de Cruz-da-Oliveira (Monsanto).

Mélange de grès et de calcaires

2. Le même complexe et les grès.— Source de la vicomtesse des Olivaes.
3. Grès et calcaires des complexes inférieurs.— Minima et maxima des sources dites: Poço das Bombas, Salgueiro-grande et Quinta.

Galeries profondes

4. Valle-de-Brouco.
5. Valle-de-Figueira.
6. Valle-de-Lobos

Sources abondantes avec grand trajet souterrain

7. Matta.— Sourdant au toit des calcaires jurassiques, à peu de distance des galeries de Valle-de-Lobos.
8. Mãe-d'Agua-Velha.— Faiblement thermale.
9. *Jurassique.*— Eau de l'Alviella à son arrivée à Lisbonne, c'est-à-dire modifiée par le parcours.— Le chiffre indiquant le résidu total est la moyenne des deux analyses.

A.—Tableau comparatif des eaux provenant des alluvions et du Tertiaire

SELS EN DISSOLUTION	N° 1 Alluvions	N° 2 Pliocène	N° 3a Miocène	N° 3b Miocène	N° 4 Forages sous le Tage	N° 5 Basalte	N° 6 Basalte	N° 7 Eaux thermales
Résidu à 150°	678 à 907	430	303 à 410	893	547 — 526	274 à 502	361	488 — 490
Chlorure de sodium	195 à 450	166	66 à 118	268	156 — 123	60 à 83	73	149 — 117
» calcium	—	33	—	23	0 — 16	—	—	—
» magnésium	—	13	—	57	—	0 à 37	13	—
» potassium	—	—	—	—	—	—	—	0 — 17
Sulfate de soude	38 à 117	—	0 à 26	—	62 — 37	—	—	42 — 17
» potasse	—	—	—	—	6 — 8	—	—	—
» chaux	14 à 73	21	12 à 20	103	—	9 à 58	30	25 — 19
» magnésie	10 à 68	—	6 à 15	—	3 — 6	0 à 18	—	64 — 16
Nitrate de soude	23 à 36	—	0 à 51	—	0 — 41	0 à 5	—	40 — 24
» chaux	203 à 263	37	0 à 21	33	—	0 à 8	—	—
» magnésie	33 à 69	—	0 à 11	—	—	13 à 66	36	—
Carbonate de soude	—	—	10 à 46	—	143 — 135	0 à 28	—	—
» chaux	—	58	127 à 192	295	93 — 96	122 à 137	147	156 — 178
» magnésie	—	35	12 à 43	8	54 — 35	56 à 129	32	22 — 47
» fer	6 à 7	3	5 à 7	7	4 — 3	3 à 6	7	4 — 5
Silice	30 à 32	15	16 à 27	18	21 — 23	34 à 46	21	31 — 33
Rapport de la magnésie à la chaux	1:3 à 1:4,5	1:3,1	1:3,4 à 1:7	1:8	1:2 — 1:3	1:1,6 à 1:1,7	1:3,1	1:3 — 1:3,9

B.—Tableau comparatif des eaux provenant du Crétacique et du Jurassique

SELS EN DISSOLUTION	N° 1 Calcaires magnésiens	N° 2 Complexes de grès et de calcaire	N° 3	N° 4 Galeries profondes	N° 5	N° 6	N° 7 Sources volumineuses	N° 8	N° 9 Jurassique (Modifiée)
Résidu à 150°	344	288	353 à 399	227	333	237	374	382	197
Chlorure de sodium	38	32	57 à 63	42	47	55	42	51	15
» magnésium	7	0	0 à 9	—	—	—	—	—	6
» potassium	0	0	0	13	12	8	4	0	3
Sulfate de chaux	14	23	28 à 41	29	58	36	22	20	5
» magnésie	6	16	12 à 21	6	28	17	9	6	—
Nitrate de magnésie	22	2	1 à 3	3	1	3	0	3	3*
Carbonate de chaux	153	123	159 à 210	100	115	79	258	210	140
» magnésie	86	67	35 à 61	10	39	18	23	53	7
» fer	5	3	3 à 6	3	6	6	3	1	2
Silice	9	9	10 à 12	8	14	9	9	13	5
Rapport de la magnésie à la chaux	1 : 1,7	1 : 2	1 : 3 à 1 : 4	1 : 8,6	1 : 3,8	1 : 4	1 : 10,9	1 : 4	1 : 14

* Nitrate de chaux.

APPENDICE

Pendant l'impression des pages qui précèdent, M. Mastbaum a fait diverses analyses dont il a bien voulu me communiquer les résultats.

1°— Campo-Grande

Une première série comprend l'eau de 4 puits situés dans la propriété de M. Antonio da Rosa, à Campo-Grande, eau dont il a déjà été question à la page 151.

Ces 4 puits situés à une centaine de mètres les uns des autres, traversent les alluvions pour atteindre le Miocène. Ils sont tous fortement pollués et présentent des différences que l'on serait loin de prévoir, en outre, l'eau du n° 4 ayant été analysée à deux époques différentes nous permet de constater une grande variabilité. Ce puits se trouve à côté d'une écurie de vaches.

N° 1 — Puits dit du Canto	N° 3 — Puits nouveau
N° 2 — Puits des cannes	N° 4 — Puits de la vacherie

Les échantillons 1 à 4ª ont été pris le 23 janvier 1898 et le n° 4ᵇ le 1ʳ décembre 1897.

Analyse directe

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4ª	N° 4ᵇ
Résidu à 150° C.	2215,0	2714,0	2283,0	2543,0	2466,8
» calciné	2070,0	2587,0	2145,0	2402,0	2153.6
Perte à la calcination	145,0	127,0	138,0	141,0	308,2
Chlore	517,6	624,0	515,5	661,7	681,6
Acide sulfurique	419,1	436,2	392,4	421,8	296,6
» nitreux	traces	0	traces	traces	traces
» nitrique	168,9	260,6	299,2	231,6	270,2
Chaux totale	428,6	504,6	505,6	511,5	302 6
» soluble	200,9	244,2	296,1	248,5	271,0
Magnésie totale	99,2	145,9	58,6	133,1	55,0
» soluble	85,0	131,8	57,1	119,2	36,2
Ammoniaque	0	0	0	0	traces
Température, 23-1-98	13°,9	12°,8	14°,5	14°,6	—

Composition systématique

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4ª	N° 4ᵇ
Chlorure de sodium ($NaCl$)	873,0	1028,3	849,4	1090,4	1122,0
Sulfate de soude (Na_2SO_4)	—	29,8	—	—	—
Nitrate de soude ($NaNO_3$)	186,2	—	163,6	—	79,0
Sulfate de chaux ($CaSO_4$)	487,9	593,0	667,1	603,5	504,2
Nitrate de chaux (CaN_2O_6)	—	—	62,7	—	185,7
Carbonate de chaux ($CaCO_3$)	406,6	465,0	374,2	470,0	56,4
Sulfate de magnésie ($MgSO_4$)	198,1	105,9	—	100,2	—
Nitrate de magnésie (MgN_2O_6)	69,1	357,1	211,2	317,4	133,9
Carbonate de magnésie ($MgCO_3$)	29,8	25,4	3,2	29,2	39,4
	2250,7	2604,5	2331,4	2610,7	

2°—Puits artésiens dans le lit du Tage

Comme nous l'avons annoncé, p. 159, M. Mastbaum a commencé une série d'analyses mensuelles des eaux de la station des bateaux à vapeur du chemin de fer du Sud et de l'Arsenal de la marine, afin de rechercher s'il y a, ou non, une certaine constance dans les différences que présentent ces eaux qui, théoriquement, devraient être identiques. Grâce à l'amabilité de ce savant, nous pouvons reproduire ici les analyses faites pendant les mois de décembre à avril. Nous nous abstenons de les mettre en présence des analyses de 1892, parce que l'eau des deux puits ayant été recueillie à 2 mois d'intervalle, elle ne se trouvait pas dans les mêmes conditions climatériques.

Comme le fait voir l'examen de ce tableau, l'eau de la station des bateaux est toujours plus minéralisée que celle de l'Arsenal; elle contient plus d'acide sulfurique, plus de silice, plus de chaux, mais moins de magnésie et généralement un peu moins de chlore, et moins de soude et de potasse.

Il est à désirer que M. le Dr. Mastbaum continue ces analyses pendant le reste de l'année, afin que l'on puisse voir si les mêmes différences se présentent pendant la saison sèche.

	5—XII—97		4—I—98		4—II—98		4—III—98		4—IV—98	
	B.	A.	B.	A.	B.	A.	B.	A.	B.	A.
Résidu à 150° C.	562,0	560,8	566,4	546,8	552,0	536,0	507,6	489,6	552,0	550,8
» calciné	542,8	540,0	557,6	534,0	526,8	512,0	495,6	478,0	525,6	529,6
Perte à la calcination	19,2	20,8	8,8	12,8	25,2	24,0	12,0	11,6	26,4	21,2
Chlore	95,5	96,6	91,9	98,4	93,9	93,9	90,8	91,6	88,5	93,7
Acide sulfurique	39,5	35,1	44,0	34,7	38,8	33,9	39,1	33,2	38,7	33,6
» nitrique	1,9	1,5	1,0	1,2	1,4	1,0	0,8	0,8	0,5	0,4
» nitreux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
» silicique	24,2	20,4	24,4	20,2	24,4	21,6	26.2	21,8	24,2	20,6
Oxyde de fer et alumine	4,4	2,6	8,2	3,0	2,0	1,2	3,6	3,2	2,4	2,6
Chaux totale	64,2	49,8	74,5	51,0	71,3	51,4	71,9	50,6	66,4	51,7
» soluble	2,0	1,0	—	—	1,7	1,3	1,6	1,8	1,5	1,6
Magnésie totale	23,8	27,1	25,2	28,3	23,2	27.6	24,0	29,0	23,0	27,2
» soluble	—	—	—	—	1,6	1,6	1,4	1,1	1,4	1,3
Ammoniaque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcalinité totale, en ctm³ de soude caustique normale (NaOH), par litre	—	—	6,16	6,20	6,06	6,10	6,08	6,01	6,00	6,06
Alcalinité permanente, en ctm³ de soude caustique (NaOH), par litre	2,55	3,00	2,475	3,25	2,375	3,00	2,40	2,975	2,412	2,712
Alcalinité permanente calculée en Na_2CO_3	135,2	159,0	131,2	172,2	125,8	159,0	127,2	157,7	127,8	143,7
Potasse	—	—	—	—	10,5	12,4	—	—	—	—
Soude	—	—	—	—	88,8	99,2	—	—	—	—

3°—Eau de l'Alviella

En parlant de l'eau de l'Alviella, (p. 179) j'ai fait ressortir combien il serait désirable d'avoir des analyses de l'eau tirée à la source même, ce qui ferait connaître sa composition réelle, et les modifications subies pendant le parcours.

Dans le but de combler cette lacune, M. Mastbaum a obtenu de M. F. A. Borges de Sousa, ingénieur de la Compagnie des eaux de Lisbonne, de faire venir de l'eau prise à la source, et a fait chercher trois jours plus tard l'eau à son arrivée à Lisbonne (réservoir des Barbadinhos). Le tableau suivant nous montre les 3 premières analyses, correspondant à 3 semaines successives.

DÉSIGNATION	N.° 1 SOURCE	N.° 2 BARBADINHOS	N.° 3 SOURCE	N.° 4 BARBADINHOS	N.° 5 SOURCE	N.° 6 BARBADINHOS	MOYENNES	
							SOURCE	BARBADINHOS
Date	26—III—98	29—III	3—IV	6—IV	10—IV	13—IV		
Résidu a 150° C.	233,2	223,0	204,6	192,2	215,8	206,6	217,9	207,3
» calciné	224,6	214,0	197,8	186,2	208,8	199,4	210,4	199,9
Perte à la calcination	8,6	9,0	6,8	6,0	7,0	7,2	7,5	7,4
Chlore	25,2	26,7	17,7	18,3	21,5	22,0	21,5	22,3
Acide sulfurique	6,0	5,3	4,0	3,7	4,3	4,2	4,8	4,4
» nitrique	—	0,9	0,6	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5
» nitreux	—	0	0	0	0	0	0	0
» silicique	5,2	5,0	5,4	7,0	5,7	5,3	5,4	5,7
Oxyde de fer et alumine	1,2	0,7	2,2	1,3	0,9	1,0	1,4	1,0
Chaux totale	86,1	79,9	84,1	82,7	85,1	79,6	85,1	80,7
» soluble	—	5,6	3,9	4,6	5,7	4,2	4,8	4,4
Magnésie totale	12,4	9,3	9,4	8,6	9,5	8,6	10,4	8,8
» soluble	—	1,2	3,8	0,8	1,1	1,9	2,4	1,3
Ammoniaque	0	0	0	0	0	0	0	0

Nous voyons que la faible minéralisation de cette eau n'est pas due à la perte subie pendant son trajet de 114 kilomètres, car cette perte varie entre 9 et 12 milligrammes. Cette eau, prise à la source ne présente que 204 à 233 milligrammes de substances fixes par litre, soit une moyenne de 217, ce qui est fort peu, comparé aux autres eaux provenant des calcaires. Par contre, les variations d'une semaine à l'autre sont très sensibles, le chlore 25,2 à 17,7, la chaux 86,1 à 84,1, l'acide sulfurique 6,0 à 4,0. Ces variations pourront probablement trouver leur explication lorsque l'on aura des analyses correspondant à d'autres saisons de l'année.

Le parcours a naturellement eu pour résultat la diminution de la chaux et de la magnésie, par suite de la transformation des bicarbonates en carbonates. M. Mastbaum me fait remarquer que cette perte de 5 milligrammes par litre correspond à une moyenne quotidienne de 125 kilos de chaux, soit 223 kilos de carbonate de chaux, le canal amenant 25000 mètres cubes d'eau par 24 heures.

Les oxydes de fer et d'alumine ont aussi un peu diminué, tandis que la proportion de chlore et de silice a par contre un peu augmenté, peut-être par suite de l'évaporation de l'eau.

Ici, comme pour les analyses précédentes, nous devons remercier M. Mastbaum du zèle qu'il apporte à l'étude des eaux du pays, et espérer qu'il continuera des recherches dont l'intérêt au point de vue scientifique, n'est égalé que par l'utilité pratique.

Errata.— Page 177, ligne 23, au lieu de 343,1 lisez 243,1.

XIII

MINERAES DESCOBERTOS EM PORTUGAL[1]

Graphite.—Monte de S. Christovão (Rezende).

Mina do Murração (Algarve) [Culm].

Enxofre.—Vizinhanças de Ferreira do Zezere (deposito d'aguas thermaes sulfurosas).

Antimonio nativo.—Gondomar (districto do Porto).

Minas do Caes do Sobreiro, e do Covão (districto de Coimbra).

Ferro nativo meteorico.—Ponte de Lima (Minho).

Cobre nativo.—Minas do Palhal e das Talhadas (districto de Aveiro) [Precambrico].

Minas de S. João do Deserto, da Juliana, do Alandroal, do Sobral, da Mostardeira, de Minancos, das Mercês, d'Apariz (todas no Alemtejo).

Silves (Algarve) [Trias].

Traz do Outeiro (Caldas da Rainha) [Valle typhonico].

Prata nativa.—Mina da Varzea de Trevões (S. João da Pesqueira, districto de Vizeu).

Ouro nativo.—Minas de antimonio da Tapada, de Montalto, do Ribeiro da Serra (todas em Gondomar, districto do Porto) [Cambrico inferior].

[1] Para se organisar esta lista foram consultadas as collecções da Direcção dos Trabalhos geologicos de Portugal e da Secção mineralogica do Museu Nacional de Lisboa.

Outeiro (Belver) [Cambrico inferior].

Fonte dos Soldados (Figueira da Foz) [Alluviões marinas].

Poiares (districto de Coimbra). [Alluviões do Mondego e do Alva].

Rosmaninhal e Monfortinho (districto de Castello Branco) [Alluviões fluviaes].

S. Julião da Barra (Barra do Tejo). [Alluviões marinas].

Adiça (ao sul da Barra do Tejo). [Alluviões marinas].

Antimonite.—Minas da Tapada, de Montalto, do Ribeiro da Serra, de Vallongo, do Castinçal, de Sobrido (e muitas outras do districto do Porto) [Paleozoico inferior].

Aldêa das Torres — Covão (districto de Coimbra).

Minas da Herdade da Prata (Casa Branca), e da Herdade da Ventosa (districto de Beja).

Mina de Côrtes Pereira (Alcoutim) [Culm].

Molybdenite.—Paraizo (vizinhanças do Porto).

Sphalerite (Blenda).—Minas de antimonio do districto do Porto. [Paleozoico inferior].

Minas da Malhada, do Carvalhal do Caima, do Palhal, e de Telhadella (todas no districto de Aveiro).

Mina da Varzea de Trevões—Moinho da Pena—Bouça.

Minas de Ceiroco e de S. Miguel.

Serra da Estrella [zona de contacto do granito e dos schistos].

Troilite.—Na meteorite de Ponte de Lima.

Nickelite.—Minas do Palhal e de Telhadella (districto de Aveiro) [Precambrico].

Pyrrhotite (Pyrite magnetica).—Paio Mendes (Ferreira do Zezere) [na norite].

Cobaltite.—Mina de Saphira (Montemór o Novo) [na actinolithe].

Smaltite.—Mina do Palhal.

Pyrite.—Villa Real; mina de Montalto — Vallongo (visinhanças do Porto). Minas do Braçal, do Palhal e de carvão de Santa Christina (Bussaco) [Carbonico].—Ponte da Murcella — mina da Panasqueira. Minas de cobre do Bugalho, da Mostardeira, do Alandroal, da região de Barrancos (todas no Alemtejo) [Paleozoico].

Minas da Cova dos Mouros e de Côrtes Pereira (Alcoutim) [Culm].

Torres Vedras e Traz do Outeiro [em crystaes no jurassico]. Mina do Cabo Mondego [Jurassico].

Azoia, Cintra, Bellas, Serro Ventoso (vizinhanças de Lisboa). Tunnel de Lisboa [Cretacico].

Pyrite cuprifera.—Minas da Tinôca, de S. Domingos, de Aljustrel e da Caveira, Panoias (todas no Alemtejo).

Pyrite pseudomorphica (Limonite).—Serra d'Elrei [Lias medio, camadas de Am. capricornus]. Rio Maior.

Monte Trancoso (Bencatel). Villa Viçosa, Arronches (Alemtejo).

Marcassite (Pyrite branca).—Mina do Braçal. Mina da Mostardeira.

Escarpa dos Navegantes (Cabo de Espichel) [Cretacico inferior].

Arsenopyrite (Mispickel).—Villa Real. Mina da Tapada. Mina da Quarta-feira (Sabugal).

Galenite (Galena).—Villar d'El-rei (districto de Bragança).

Gondarem, Valle da Maceira, e Agua Alta (vizinhanças do Porto).

Almeida, Varzea de Trevões.

Minas da Malhada, do Palhal, da Telhadella, do Braçal, de Comissos, e do Coval da Mó (todas no districto de Aveiro).

Mina da Alfornia, Goes, Coja, Fonte do Espinho, minas de Barbadalhos e de Murcellão (todas no districto de Coimbra).

Mina de S. Miguel d'Ache (districto de Castello Branco). Villa Velha do Ródam.

Castro Verde, e mina dos Namorados (Alemtejo) [Culm].

Chalcosite.—Logar do Poço, Serra do Bouro (Caldas da Rainha) [Jurassico].

Minas de Minancos, das Mercês, e d'Apariz (Barrancos).

Mina do Bugalho (Alandroal), mina Mathias (Moura).

Covellite.—Minas dos Barbaças e de Murcellão (districto de Coimbra).

Minas d'Apariz e de S. Domingos (Alemtejo) [Paleozoico].

Sylvanite? var. Calaverite?—Districto do Porto.

Bornite (Cobre irisado).—Traz do Outeiro (Caldas da Rainha) [Valle typhonico].

Mina do Bugalho.

Chalcopyrite (Pyrite de cobre).—Algoso (Vimioso).

Minas do Palhal, da Telhadella, do Moinho da Pena, (districto de Aveiro).

Minas de Alpedreira, de Alcalá [no granito], do Sobral, de Odivellas, dos Algares, do Barrinho, da Mostardeira, de S. Domingos, de Azambujeira, do Bugalho, de Ruy Gomes, do Monte das Almas, de Alvito, de Apariz, e perto d'Elvas (todas no Alemtejo).

Minas da Cova dos Mouros, de Martim Longo, e Córtes Pereira nos afloramentos (Alcoutim).

Jamesonite.—Minas de Montalto e do Ribeiro da Serra.

Tetraedrite (Panabase).—Minas dos Algares e do Bugalho.

Stannite.—Mina do Ramalhoso.

Valentinite.—Minas da Tapada (districto do Porto) e do Covão (districto de Coimbra).

Claudetite.—Mina de S. Domingos.

Molybdenocre.—Paraizo (vizinhanças do Porto).

Quartzo hyalino.—Minas de antimonio de Montalto, de Gondomar, de Sobrido.

Quartzo commum.— Mina da Rebordosa (districto do Porto) e em todas as minas de estanho de Traz-os-Montes.

Minas do Palhal, da Malhada, do Braçal. Riba de Cima (Penacova), Poiares, Giesteira (Feira). Serra de S. Mamede (Portalegre).

Villa Velha do Rodam. Minas do Bugalho e Côrtes Pereira.

Cintra.

Quartzo bipyramidado.—Serra do Gerez, mina de Montalto.

Obidos (nos polypeiros do Jurassico superior).

Vimeiro (Lourinhã) [Trias no contacto com o Jurassico].

Variedade amethysta.—Serra do Gerez. Maiorca. Cintra [no granito].

Quartzo defumado.—Serra do Gerez, Monte Espinho, Cintra [no granito].

Quartzo rosado.—Serra da Estrella [no granito].

Quartzo ferruginoso (Eisenkiesel).—Povoa da Lomba (Cantanhede) [Jurassico medio].

Silex.— Andorinha (Cantanhede), Serra dos Candieiros [Jurassico medio].

Alcantara, Bellas, Leiria, Mamarosa, vizinhanças de Lisboa [Cretacico].

Lavos, Charneca d'Ourem, Runa [Terciario].

Calcedonia.—Mina do Palhal.

Peniche, Cezimbra, S. Thiago de Cacem.

Rutilo.—Herdade do Passareiro (Monte Mór-o-Novo).

Anatase?—Giesteira (Feira) [contacto do granito e do schisto].

Cassiterite.—Minas de Brunosinho, do Carvalhal, de S. Martinho d'Angueira, de Paradella, de Montesinho, das Teixugueiras, das Malhadinhas, de Villarinho do Monte (todas em Traz-os-Montes); da Rebordosa (districto do Porto); Serra do Marão, Covello de Paiva (S. Pedro do Sul) [todas no granito].

Polianite incluindo **Pyrolusite.**—Anadia, Almagreira, Minas

de Ferragudo, da Figueirinha e muitas outras nos concelhos de Castro Verde, Ourique, Almodovar, Aljustrel, Mertola, Villa Viçosa (Alemtejo) [Paleozoico].

Hematite.—Moncorvo (Traz-os-Montes).

Ponte da Serra (Sazes, Bussaco), Penedo da Serra, Serra do Bussaco, Malhada, Figueiró, Sobral (Foz d'Alge), S. Saturnino (Thomar) Valle de Coelho (Odivellas).

Alegrete, Alvito, S. Thiago de Cacem, e minas de S. Domingos, (todas no Alemtejo).

Cuprite.—Minas de Alcalá [no granito]; minas do Bugalho, e de S. Barbara (todas no Alemtejo).

Cuprite var. Ziegelite.—Vendinha (Loulé).

Malaconite.—Alte (Algarve) [Trias].

Massicote.—Mina dos Namorados (Mertola) [Culm].

Opala commum.—Quinta do Castrinho (Castello Branco).

Opala var. Hydrophane.—Cercal (Rio Maior) [Cretacico].

Opala var. Hyalite.—Caldas do Gerez (deposito das aguas thermaes) [no granito alterado].

Manganite (Acerdese).—Alemtejo.

Xanthosiderite.—Foz d'Alge.

Limonite.—Moz (Moncorvo).—Pena Cova e Fajão (districto de Coimbra).

Barqueiros (districto de Leiria), Venda da Serra (Figueiró dos Vinhos). Rosalgar (Odemira), Abelheira (Mertola). Serra de S. Mamede (Portalegre), Serra Alta (Cercal). Odivellas e Bencatel (Alemtejo).

Pyrostibite.—Mina de Montalto (districto do Porto).

Mina do Covão (districto de Coimbra).

Halite (Sal commum).—Rio Maior.

Fluorite.—Caldas do Gerez (deposito das aguas thermaes) [no Granito alterado].

Cintra?—Serra de Monchique [na foyaite].

Calcite.—Caldas do Gerez (deposito das aguas thermaes). Serra de Cintra, Serras de Marvão e de Portalegre. Minas do Braçal e Palhal.

Mira e Cabo Mondego (districto de Coimbra).

Monte junto e Serra d'Alcobaça (em grandes crystaes explorados para o fabrico do vidro).

Calcite estalactitica e estalagmitica.—Grutas de S. Adrião (Vimioso) [Silurico].

Lapa Furada, Casa da Moura e outras da Cesareda [Jurassico].

Porto Covo, Grutas na Serra d'Alvaiazere.

Dolomite incluindo **Braunspatho.**—Minas de Montalto, da Malhada, do Braçal, do Coval da Mó, do Bugalho, d'Alpedreira, do Sobral, de Ruy Gomes, d'Apariz, de S. Domingos.

Serra de Cintra.

Siderite.—Minas do Coval da Mó e do Braçal.

Minas da Serrinha, do Bugalho, da Mostardeira e Juliana.

Rhodochrosite.—Mina do Sobral (Alemtejo).

Aragonite.—Mina da Varzea de Trevões.

Zorro e Goes (districto de Coimbra), Sitio das Oliveiras (Abrantes), Casal de Camara (Bellas), Marvilla (suburbios de Lisboa).

Minas da Serrinha, do Bugalho, da região de Barrancos, Escusa (Marvão). Minas dos Namorados e de S. Domingos.

Malachite.—Minas de cobre d'Alcalá, d'Aljustrel, dos Reguengos, d'Azambujeira, de S. Domingos e dos concelhos de Moura e Barrancos e muitas outras no Alemtejo.

Azurite.—Lamego, Minas da Varzea de Trevões, do Palhal, da região de Barrancos, d'Alcaria Ruiva, d'Azambujeira, de S. Domingos, etc.

Psilomelane.—Anadia, Benestel.

Amendorelha (Odemira). Abelheira (Mertola).

Barytite.—Mina do Ceiroco (Pampilhosa). Serra do Cercal.

Minas dos Namorados e da Morena (Mertola) [Culm].

Suburbios de Lisboa e Ericeira [no Cretacico].

Vagos e S. André (Boco) [Garumniano].

Baryto celestite.—Casaes do Livramento (Porto de Moz).

Celestite.—Tunnel de Lisboa.

Anglesite.—Mina de S. Domingos.

Scheelite.—Mina da Tapada.

Wolframite.—Mina Rebordosa (districto do Porto), Laborim (Villa Nova de Gaia).

Carvalhal do Estanho e Bodiosa (districto de Vizeu).

Lamego. Logar da Borralha, Logar de Fonte Tinta (S. Pedro do Sul), S. Margarida (Proença a Velha).

Mina da Quarta-feira (Sabugal).

Ferberite.—Mina da Panasqueira (Covilhã).

Brochantite.—Mina de S. Domingos.

Uraninite.—Mina da Tapada do Ayres (Sabugosa).

Linarite.—Quinta da Taborda (Elvas).

Gesso.—Mina de S. Domingos.

Nos afloramentos das minas da Malhada e das Queimadas (Alcoutim [Culm].

Alencarce (Soure), S. Martinho do Porto, Obidos, Leiria, Serra d'El-rei, Cezimbra [Infralias].

Cabo de Espichel [Cretacico inferior].

Tunnel de Lisboa, Barcarena [Cenomaniano].

Região da Gandara [Garumniano].

Melanterite (Vitriolo verde).—Mina d'Azeche (S. Pedro de Muel) [Sinemuriano].

Bieberite.—Mina da Telhadella.

Chalcantite (Vitriolo azul).—Minas de S. Domingos e d'Aljustrel (producto de alteração das pyrites cupriferas).

Uranocre.—Mina da Tapada d'Ayres (Sabugosa).

Gelbeisenerz.—Valle da Ursa (Ferreira do Zezere) e Carvoeiro (Belver).

Alteração do sulfato de ferro dos schistos ampeliticos e aluminiferos [Silurico superior].

Fibroferrite.—Mina de S. João do Deserto (Aljustrel) [Paleozoico superior].

Halotrichite.—Mina de S. Domingos [Paleozoico superior].

Chromite.—Vizinhanças de Bragança [na serpentina].

Magnetite.—Serra do Gerez. Serra de Cintra [no granito].

Margens do Caia. Alqueidão (Sobral). Arruda.

Mina da Nogueirinha (districto de Evora).

Campo Maior, Balsa (Portel), Serra d'Adiça (Moura).

Atôr, S. Estevão, e Alte (Algarve).

Cervantite.—Mina d'Alencarce (Soure) [Jurassico).

Mina da Tapada [Cambrico].

Stibiconite.—Mina do Ribeiro da Serra [Cambrico].

Apatite.—Marvão e Castello de Vide [no granito].

Mina da Panasqueira (Covilhã).

Apatite var. Phosphorite.—Marvão e Castello de Vide.

Pyromorphite.—Villar d'El-rei. Moinho da Pena (Gondarem).

Minas do Braçal e do Palhal. Louzã e Ponte da Matta (districto de Coimbra).

Mimetisite.—Oliveiras (Abrantes).

Libethenite.—Mina do Bugalho (districto d'Evora). Herdade de Arouca (Alcoutim).

Vivianite.—Mina de S. Domingos.

Erythrite.—Minas do Palhal e da Telhadella.

Annabergite.—Mina da Telhadella.

Scorodite.—Ancora (Vianna do Castello), Castellões (Villa Nova de Famalicão).

Mina da Panasqueira (Covilhã).

Souto Redondo (districto de Aveiro).

Wavellite.—Serra de Portalegre.

Autunite.—Traz-os-Montes. Marvão e Castello de Vide.

Torbernite.—Mina da Tapada do Ayres (Sabugosa), Villar Maior (Sabugal).

Staurolithe.—Vianna do Castello.

St.ª Barbara (Vallongo), S. Pedro da Cova (districto do Porto).

Serra d'Arouca.

Castellões (Villa Nova de Famalicão).

Andalusite.—Portella do Espinho (Serra do Marão).

S. Martinho d'Angueira (Bragança).

Topazio.—Serra da Freita (Arouca).

Cyanite (Disthene).—Vallongo, Serra da Freita.

Turmalina.—Serra do Gerez. Lamego. Vallongo. Serra d'Arouca. Giesteira (Feira). Murtosa. Mina da Quarta-feira (Sabugal). Idanha-a-Nova. Vallascos (Sardoal). Cintra.

Epidoto. — Sampaio (Douro). Monte Sameiro (vizinhanças de Braga).

Cintra.

Monte da Torre (Alegrete).

Vesuvianite (Idocrase).—S.ta Eufemia (serra de Cintra) [Contactos do granito com os calcareos jurassicos].

Olivina.—Vizinhanças de Lisboa [nos basaltos].

Granada var. Grossularite.—S. Pedro (Cintra) [Contacto do granito com os calcareos jurassicos].

Granada var. Almandite.—Espinho. Arcozello (districto do Porto) [nos micaschistos]. Mina da Ramalhosa.

Monte Suimo (Bellas) [no basalto].

Granada var. Andradite.—Logar da Azenha (Aguas Ferreas, Porto).

Arronches.

Herdade da Igreja (Orada).

Chrysocolla.—Mina da Cabeça Alta e em outras minas de cobre do Alemtejo.

Kupferpecherz.—Em muitos afloramentos de minas de cobre.

Biotite.—Granitos das serras de Cintra. Beira. Evora, etc.
Na foyaite e outras rochas eruptivas.

Zinnwaldite.—Mina de Rebordosa e outras minas de estanho.

Lepidolithe.—Cruz da Regateira (Entre o Porto e Guimarães).
Mina da Quarta-feira (Sabugal).

Muscovite.—S. Cosme (Gondomar). Azenha (Aguas Ferreas, Porto) e em muitos granitos.

Serpentina.—Traz-os-Montes. Algarve.

Talco.—Mina Barbadalhos (Coimbra).

Kaolino.—Rio Tinto (Porto).
Abrigada. Alencarce (Soure) e Bellas (nos grés) [Cretacico].

Kaolino var. Nacrite.—S. Pedro (Cintra).

Nephelina var. Elœolithe.—Monchique [na foyaite].

Sodalithe.—Monchique [na foyaite].

Bronzite.—Ponte do Loreto (Bragança).

Hypersthene.—Paio Mendes (Ferreira do Zezere) [na norite].

Wollastonite.—Santa Eufemia (serra de Cintra).

Pyroxene var. Fassaíte.—S. Pedro (Cintra).

Pyroxene var. Augite.—Monte Suimo (Bellas) e nos basaltos d'outras localidades.

Amphibole var. Actinolithe.—Mina de Saphira (Montemór-o-Novo).

Amphibole var. Hornblenda.—Monte Suimo (Bellas).
Mertola, Beja.

Amphibole var. Asbesto.—Santa Anna (Evora). Portel (exploravel).

Amphibole var. Couro de Montanha.—Lisboa [nos basaltos].

Beryllo.—Serra do Gerez [no granito].
Mina de Rebordosa, Venda Nova (Rio Tinto, Porto).

Orthoclase.—Serra do Gerez. Mangualde (Vista Alegre).
Santa Combadão. Serra da Estrella. Minas da Quarta-feira e do Sobral.
Serra de Cintra, etc.

Orthoclase var. Pedra de Lua.—Serra de Cintra.

Albite.—Cintra.

Titanite.—Cintra. Azoia (Cabo da Roca).

Natrolithe.—Rincovo (Monchique), Basaltos de Lisboa.

Analcime.—Rincovo (Monchique).

Montmorillonite?—Guimarães.

Pimelite.—Mina de Montalto.

ANTHRACIDES

Copal. — Minas do Cabo Mondego e Valverde [no carvão jurassico].

Petroleo? — Sicario (Cintra) nas amygdalas de calcite no basalto.

Lenhite. — Espite, Batalha, Alhandra, Cabeça de Montachique. Cova Alegre. Cascaes.

Lenhite var. Azeviche. — Lourinhã, Cabo Mondego.

Hulha jurassica. — Cabo Mondego.

Hulha. — Santa Christina (Bussaco) [Carbonico].

Anthracite. — S. Pedro da Cova, Pejão (districto do Porto) [Carbonico].

Betume e asphalto. — Carvide e Mina d'Azeche (Monte Real) Torres Vedras.

Mineraes encontrados no estudo microscopico das rochas de Portugal

Rutilo. — Nos schistos crystallinos.
Brookite. — Na foyaite.
Ilmenite. — Em differentes rochas effusivas.
Titano-magnetite. — Na foyaite.
Leucoxene. — Em differentes rochas eruptivas.
Tridymite. — No basalto do Cercal.
Microcline. — Nas pegmatites.
Microperthite. — Na tinguaite do Algarve.
Sanidina. — Em differentes rochas effusivas.
Oligoclase., **Andesina.**, **Bytownite.**, **Labrador.** — Em differentes rochas eruptivas.
Hauyne. — Na basanite nephelinica.

Cancrinite. — Na foyaite.
Zoisite. — Em differentes rochas.
Epidoto. — Em differentes rochas.
Olivina. — Nos basaltos.
Lœvenite. — Na foyaite.
Ægerina. — Na foyaite e na tinguaite.
Diopside. — Na foyaite.
Diallage. — Nos gabbros.
Rinkite. — Na foyaite.
Barkevikite. — Na foyaite.
Aenigmatite. — Na foyaite.
Chlorite. — Em differentes rochas.
Monazite. — Na foyaite.
Pyrrhite. — Na foyaite.
Arfvedsonite. — Na tinguaite ægerinica do Algarve.
Titanite. — Em differentes rochas eruptivas.

Lisboa, maio de 1898.

JACINTHO PEDRO GOMES.

XIV

NOTE SUR QUELQUES AMMONITES

DU

SINÉMURIEN DU PORTUGAL[1]

PAR

J. F. POMPECKJ

(Avec une planche)

La plus grande partie du Lias inférieur du Portugal, au Nord du Tage, est occupée par les «couches de Coimbre»[2] complexe qui correspond, d'après les recherches de Mr. P. Choffat, aux zones entre l'Hettangien (= Partie supérieure des «couches de Pereiros») et les «couches à *Gryphæa obliqua*» (= Zone à *Ophioceras raricostatum*). Dans la bande orientale des terrains liasiques situés au Nord du Tage, les couches de Coimbre sont constituées par un massif de dolomies et de calcaires dolomitiques d'une puissance remarquable. Mr. Choffat estime que la puissance de ces couches entre Coimbre et Lamas est de 250 à 300 mètres.

On ne connaît de ce faciès dolomitique qu'une faune assez pauvre de Gastropodes et de Lamellibranches, parmi lesquels quelques espè-

[1] Cette notice a paru dans la Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, vol. XLIX, septembre, 1897.

[2] P. Choffat, Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal. I. Le Lias et le Dogger au Nord du Tage, Lisbonne, 1880, pag. 4.

ces de *Cardinia* sont de la plus grande valeur.[1] Dans la région occidentale, voisine de l'Océan, le faciès dolomitique des couches de Coimbre est substitué par un faciès à calcaires compactes.[1]

Quant à cette zone occidentale des couches de Coimbre, je citerai les observations de Mr. Choffat:[2]

«Parmi les affleurements des couches de Coimbre qui ne sont «pas compris dans la bande orientale, il en est un qui mérite une at«tention toute spéciale, à cause de sa différence de faciès. Ce sont les «falaises de l'Océan au Nord et au Sud de S. Pedro de Muel.

«La coupe du Lias y est interrompue par des dislocations et par «un recouvrement de sables pliocènes et récents, mais il n'est pas «difficile de la reconstituer.

«Il nous suffira de dire que la partie supérieure des couches de «Coimbre est formée par des calcaires non dolomitiques présentant «une belle faune de Gastropodes et de Lamellibranches, et quelques «Ammonites appartenant à des espèces nouvelles, voisines de *Aste«roceras obtusum*, groupe qui se montre à la partie supérieure des «couches à *Ammonites Bucklandi*, et qui a son niveau principal dans «le Sinémurien moyen.»

Les Ammonites décrites dans les notes suivantes font partie d'une faune des couches de Coimbre du littoral portugais au Nord du Tage. Cette faune a été communiquée par Mr. Choffat à Mr. le Dr. J. Boehm à Berlin, qui a bien voulu me faire participer à son étude en me chargeant de la détermination des *Ammonites*, partie qui présente pour moi le plus haut intérêt.

J'offre mes remerciments les plus cordiaux à Mr. Boehm et je suis fort obligé à Mr. P. Choffat pour des communications et des renseignements sur les Ammonites et sur leur gisement.

Toutes les Ammonites en question ont été trouvées à *Penedo da Saudade, falaise située au Nord de S. Pedro de Muel, à mi-distance entre le cap Carvoeiro (Peniche) et l'embouchure du Mondégo.*

La roche de la plupart des échantillons est un calcaire gris jau-

[1] P. Choffat: Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal. Viertel-jahrsschr. d. Naturf. Ges. in Zurich, vol. XLI. 1896, pag. 299.

[2] P. Choffat: Notice stratigraphique sur les gisements de végétaux fossiles dans le Mésozoïque du Portugal. (M. de Saporta. Nouvelles contributions à la flore fossile du Portugal. 1894. II.me partie) pag. 239, 240.

nâtre, compacte, à grain très fin; un échantillon est en calcaire noir, très fin, un autre en calcaire brun foncé bitumineux.

L'état de conservation des divers exemplaires n'est pas le même: quelques uns ont encore le test, les autres sont des moules intérieurs.

DESCRIPTION DES ESPÈCES

ARIETITES Waagen

Subgenus: *Asteroceras* Hyatt

ARIETITES (ASTEROCERAS) OBTUSUS, Sow. sp.

1818.	*Ammonites*	*obtusus*	J. Sowerby, The Mineral Conchology of Great Britain, II, p. 151, pl. 167.
1820.	—	—	J. Phillips, Illustrations of the Geology of Yorkshire, I, p. 164.
1842.	—	—	A. d'Orbigny, Paléontologie française. Terr. jur., I, p. 191, pl. 44.
1843.	—	—	Simpson, Monograph of the Ammonites of the Yorkshire Lias, p. 50.
1856.	—	—	A. Oppel, Die Juraformation, p. 83, § 14, No. 26 e. p.
1858.	—	*Turneri*	F. A. Quenstedt, Der Jura, p. 95 e. p.
1867.	—	*obtusus*	E. Dumortier, Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du Bassin du Rhône, II, p. 122.
1876.	*Arietites*	—	R. Tate and F. Blake, The Yorkshire Lias, p. 287.
1879.	*Ammonites*	—	P. Reynès, Monographie des Ammonites, pl. XXXV, f. 1-10; pl. XXXV bis, f. 1-3; pl. XXXVI, f. 7, 8.
1880.	*Arietites*	—	T. Taramelli, Monogr. stratigr. e paleont. del Lias nel prov. Venete. Atti d. Istituto veneto de sc. nat. Ser. V, Vol. V. App. p. 79, pl. VIII, f. 5, 6.
1881.	—	—	Th. Wright, Monograph. of the Lias Ammonites of the British Islands, p. 293, pl. XXI, f. 1-5.
1882.	—	—	Th. Seguenza, Il Lias inferiore nella provincia di Messina. Rendic. d. R. Accad. d. sc. fis. e math. di Napoli, p. 6.
1885.	*Ammonites*	—	F. A. Quenstedt, Ammoniten des Schwäbischen Jura, p. 141, pl. 19, f. 2, 3.

1885. *Ammonites Turneri* F. A. Quenstedt, l. c., p. 144, pl. 19, f. 12.
1886. *Arietites obtusus* C. de Stefani, Lias inferiore ad Arieti dell Appennino settentrionale. Atti d. Soc. Tosc. di sc. nat. V. VIII 1, p. 60, pl. IV, f. 10, 11.
1889. *Asteroceras obtusum* A. Hyatt, Genesis of the Arietidae. Smithsonian Contrib. to knowledge. No. 673, p. 201, pl. VIII, f. 4–8, pl. IX, f. 1.
1896. *Arietites (Asteroceras) obtusus* C. F. Parona, Contribuzione alla conoscenza delle Ammonite liasiche di Lombardia. P. I. Amm. d. Lias inf. del Saltrio. Mém. de la Soc. paléont. Suisse. Vol. XXIII, p. 37, pl. V, f. 2, 7.

Il n'existe qu'un seul exemplaire que je puisse rapporter à cette espèce si importante au point de vue stratigraphique.

Deux tours sont conservés, l'extérieur ayant un diamètre de 108 mm. Un côté de l'Ammonite est fortement endommagé et de l'autre la partie antérieure n'est pas bien conservée. La dernière loge occupe presque la moitié du dernier tour. Les tours se recouvrent sur plus d'un tiers de la hauteur.

Ombilic bordé d'une arête très obtuse, fortement arrondie; lien ombilical presque perpendiculaire.

Les *tours* ont les flancs médiocrement bombés, ils portent 19 et 22 côtes en forme de plis grossiers, presque droites sur les flancs, infléchies en avant près de l'ombilic et encore plus vers la partie extérieure des tours. En passant des flancs à la région ventrale des tours, les côtes sont réunies en forme de bosses longitudinales à des arêtes, larges et basses, qui bordent la région ventrale des tours et qui ne sont pas traversées par les côtes. La région ventrale porte une carène médiane, élevée, arrondie, accompagnée de sillons larges et plats.

L'échantillon n'a conservé que des débris du *test* ne montrant plus les ornements si caractéristiques de l'*Arietites obtusus*.

La ligne suturale n'est visible que très indistinctement.

L'exemplaire décrit est formé par du calcaire compacte gris-jaunâtre.

Rapports et différences.—L'exemplaire décrit diffère des exemplaires étudiés par Mr. Wright par la section un peu plus étroite et par la région ventrale moins large. Les sillons bordant la carène médiane sont plus plats que sur la figure de Mr. Wright, mais selon plusieurs exemplaires anglais que j'ai eus entre les mains, le dessin de ces sillons me semble trop exagéré chez Mr. Wright, on bien l'exemplaire représenté par ce savant n'est pas de forme normale.

Fig. *A*

Arietites (Asteroceras) obtusus Sow. sp.
Penedo da Saudade

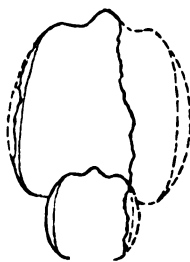



Fig. *B*

Arietites (Asteroceras) obtusus Sow. sp.
Section des deux derniers tours

La carène médiane est un peu plus élevée et plus étroite que sur des exemplaires anglais. De même que sur l'échantillon portugais, on voit sur plusieurs individus du Lias anglais, que les côtes y sont plus droites que sur d'autres exemplaires.

Les différences signalées ont trop peu d'importance pour permettre la séparation de la forme portugaise de l' *Arietites obtusus* Sow. sp., espèce bien connue.

Notes à la synonymie de l'*Arietites (Asteroceras) obtusus* Sow. sp.

Th. Wright réunit l. c. l'*Amm. Smithi* Sow[1] à l'*Amm. obtusus* Sow. La figure de l'*Amm. Smithi* dans l'ouvrage de Sowerby montre une forme à côtes plus espacées, au nombre de 16, à une taille où notre espèce porte au moins 20 côtes sur un tour.

En outre, les côtes de l'*Amm. Smithi* passent jusqu'à la carène médiane du côté extérieur. Le dernier caractère se trouve d'une netteté particulière dans les échantillons de la partie inférieure du Lias β de Souabe, que Mr. Quenstedt a nommés *Amm Turneri* Ziet.

D'après A. Oppel (l. c.) *Amm. Turneri* Quenst. (et *Amm. Smithi* Sow.) est ordinairement jointe à l'*Amm. obtusus* Sow. Oppel base cette réunion sur l'exemplaire que Mr. Quenstedt a figuré de Betzgenried en Souabe (—Cephalopoden, pl. 3, fig. 19). Cet exemplaire montre aussi nettement que l'échantillon figuré dans les «Ammoniten des Schwäbischen Jura», pl. 19, fig. 11 (de la même localité) que les côtes traversent les arêtes rondes latérales et que leurs continuations forment une série de renflements noueux sur la carène médiane.

C'est seulement sur les tours intérieurs de ces *Amm. Turneri* Quenst. de la Souabe (non *Amm. Turneri* Sow[2]) et jusqu'à un diamètre de 20 à 25 mm., que les côtes se réunissent avec les arêtes latérales encore nettes jusqu'à cette grandeur; plus tard, ces arêtes sont traversées par les côtes et perdent en netteté, tandis que les sillons du côté externe disparaissent presqu'entièrement.

L'exemplaire représenté par Mr. Quenstedt sur pl. 19, fig. 12 des «Ammoniten etc.» sous le nom d'*Ammonites Turneri*, Ziet. est le seul exemplaire d'origine souabe que nous puissions réunir à *Amm. obtusus* Sow. Les figures (10), 11 et 13 de la même planche ainsi que la

[1] J. Sowerby, Mineral Conchology, vol. IV, p. 148, pl. 406, fig. 1–4.

[2] J. Sowerby, l. c., voi. V, pag. 75, pl. 452.

forme comprimée de l'*Amm. Turneri* Ziet[1] (non *Amm. Turneri* Sow.) doivent être séparées de l'*Arietites obtusus* Sow. sp. Ces dernières sont des formes apparentées par leur sculpture particulière et par leur section à l'*Ar. (Asteroc.) Saltriensis* Par.[2] du Sinémurien du Saltrio.

Amm. cf. obtusus Quenst.[3] est par ses côtes moins espacées et par sa taille svelte, plus voisine de l'*Ar. Turneri* Sow. sp. (non *Amm. Turneri* Ziet.) que de l'*Ar. obtusus* Sow. sp.

La forme décrite sous le nom de *Amm. obtusus* par M. M. F. Chapuis et G. Dewalque[4], du Lias inférieur de Luxembourg, diffère de l'*Ar. obtusus* Sow. sp. par des côtes trop droites; en outre, la hauteur des tours augmente d'une manière trop rapide dans la forme luxemburgeoise.

De même, l'*Arietites obtusus* Sow. de Resti, figuré par M. C. de Stefani[5] montre les côtes extraordinairement droites, l'involution y est très petite; c'est pour cela que la réunion de cette espèce à l'*Ar. obtusus* Sow. sp. peut être considérée comme douteuse.

Les individus l. c. figurés par M. P. Reynès sous le nom de l'*Ar. obtusus* deviennent remarquables par le peu de développement des sillons bordant la carène médiane. Les sillons y sont encore moins développés que sur notre exemplaire de Penedo da Saudade. L'échantillon figuré par Reynés comme *Am. obtusus* sur sa pl. 25bis, fig. 4, doit être réuni à l'*Ar. (Asteroc) Stellaris* Sow. sp., à cause de sa taille et de ses côtes plus serrées sur les tours intérieurs.

Parmi le nombre respectable de variétés distinguées (l. c.) par M. A. Hyatt, fig. 1 de pl. 9, représente la forme type de notre espèce, et les fig. 4–8 de pl. 8 représentent une variété dont les tours portent des côtes extraordinairement espacées, et dont les noeuds sur les flancs des tours les plus intérieurs sont d'un intérêt spécial: probablement ces noeuds correspondent aux restes des embouchures non persistantes en forme de trompette (c. f. *Gyroceras alatum* Barr. *Lytoceras immane* Neum). Je

[1] C. H. von Zieten, Die Versteinerungen Württembergs, p. 15, pl. 11, f. 5.

[2] C. F. Parona, l. c. p. 38, pl. 8, f. 2, 3.

[3] F. A. Quenstedt, Ammoniten des schwäbischen Jura, p. 143, pl. 19, f. 9.

[4] F. Chapuis et G. Dewalque, Description des fossiles des terrains secondaires de la province de Luxembourg. Mém. cour. de l'Ac. R. de Belgique, vol. XXV, 1851-52, (1853) p. 39, pl. 4, f. 36, pl. 5, f. 1 a, c.

F. Chapuis, nouvelles recherches sur les fossiles du terrain secondaire de la province du Luxembourg, ibidem, vol. XXXIII, p. 124.

[5] C. de Stefani l. c. pl. 4, f 10, 11.

n'ai pas pu observer le développement de ces noeuds sur les individus que j'ai étudiés.

A. Hyatt, réunit les *Amm. Turneri* de Mr. Quenstedt et de Mr. Zieten avec l'*Ar. obtusus* Sow. sp. et y ajoute comme variété l'*Aegoceras sagittarium* Blake[1], l'*Amm. capricostatus* Quenst.[2] et l'*Aegoceras Slatteri* Wright.[3]

L'existence d'une forme comme celle d'*Ar. (Asteroc) Saltriensis* Par., rend très probable que la sculpture d'un *Ar. (Asteroc) obtusus* Sow. sp. puisse être peu à peu transformée en celle d'un *Aegoc. saggitarium*, d'un *Amm. capricostatus* et d'un *Aegoc. Slatteri;* mais malgré cela et aussi à cause de la ligne suturale altérée, les dernières espèces ne peuvent pas être réunies à l'*Arietites (Asteroceras) obtusus.* Sow. sp.; elles ne doivent pas du tout être considérées comme des *Arietites.*

Distribution hors du Portugal:

Angleterre: Robin-Hoods Bay, Whitby (Yorkshire), Lyme regis (Dorsetshire).

Nord-ouest de l'Allemagne: D. Brauns[4] cite beaucoup de localités où se trouve l'*Arietites obtusus:* Jerxheim, Goslar, Markoldendorf, Falkenhagen, Herford, Enger, Oberbeck près Löhne, Fahlen et Weihbeck. L'*Ar. obtusus* décrit par Brauns n'est pas donné dans la liste des synonymes, parce que la description (l. c.) n'est pas accompagnée d'une figure et parce que je n'avais pas d'exemplaires du Nord-ouest de l'Allemagne pour faire des études comparatives.

Souabe: Betzgenried, lit de la Fils près de Göppingen.

France: Besançon, Salins, Nolay (côte d'Or), St. Christophe en Brionnais (Saône et Loire), St. Cyr, St. Fortunat près de S. Didier (Rhône), St. Rambert (Ain).

Nord-Est des Alpes: ? Hierlatz (cf. Oppel), ? Wiesthal près de Hallein, ? Kammerkahr (d'après quelques échantillons du musée de Münich.)

Tatra: Palenica près de Hochlenhain (d'après M. V. Uhlig).

Transsylvanie: ? Montagnes de Persány et de Nagyhagymás (*Ar. Stellaris* F. Herb.)

[1] R. Tate and F. Blake, the Yorkshire Lias, p. 276, pl. 7, fig. 2.

Th. Wright l. c. p. 355, pl. 52, fig. 1–5, pl. 52 A, fig. 1–6.

[2] F. A. Quenstedt, Ammoniten des schwäbischen Jura, p. 145, 146, pl. 19, fig. 14, 15.

[3] Th. Wright, l. c. p. 374, pl. 50, fig. 1-5, non 6-8.

[4] D. Brauns, Der untere Jura im nordwestlichen Deutschland, p. 194, 195,

Lombardie: Saltrio.

Vénétie: Erto.

Apennins: Resti, Sasso Rosso, Campiglia.

Sicile: Punte Mole (province de Messine).

La forme type de notre espèce est bien rare en Souabe. L'espèce est aussi rare dans les dépôts liasiques des terrains alpins, et s'il y a un nombre remarquable de localités d'où notre espèce est citée, on ne l'y a trouvée qu'en peu d'exemplaires. L'existence de l'*Ar. obtusus* dans les régions des Alpes du Nord et du Nord-Est n'est pas prouvée avec certitude tandis qu'on y a trouvé très souvent une espèce parente: l'*Arietites (Asteroceras) stellaris* Sow. sp., (dans le faciès de Adneth).

C'est aussi très rarement que l'on trouve notre espèce dans les régions caractérisées par le mélange de faunes alpines et de faunes de l'Europe centrale, comme E. Dumortier l'a montré dans le bassin du Rhône.

Arietites (Asteroceras) obtusus Sow. sp. représente une espèce spécialement caractéristique à l'Europe centrale extra-alpine et occidentale, et son habitat principal est dans le Lias de l'Angleterre (et du Nord-Ouest de l'Allemagne).

ARIETITES PTYCHOGENOS n. sp.

Pl, I, fig. 1–3

Ammonite en forme de disque, presque lisse sur les tours intérieurs, portant des plis en bourrelets sur le tour extérieur. L'involution est d'un degré considérable pour une forme des *Arietites;* à peu-près un tiers de chaque tour est recouvert par le suivant.

Dans les grandeurs diverses, la forme montre les dimensions suivantes:

	I (fig. 1 *a*)			II (fig. 2 *a*)			III (fig. 3 *a*)		
Diamètre	55	mm.	= 1	70	mm.	= 1	106	mm.	= 1
Largeur de l'ombilic	18,5	»	= 0,35	24	»	= 0,34	40	»	= 0,38
Dernier tour, hauteur	22	»	= 0,40	27	»	= 0,39	37	»	= 0,35
» » largeur	14,5	»	= 0,26	23,5	»	= 0,34	30	»	= 0,28
				19	»	= 0,27	24	»	= 0,21

Le caractère le plus important de l'*Arietites ptychogenos* est le

changement inattendu de la taille et de la sculpture que cette espèce subit dans les divers âges.

Dans la jeunesse, c'est-à-dire jusqu'à un diamètre de 50 à 60 mm. (pl. I, fig. 1) les *tours* sont aplatis, comprimés. Les flancs tombent en bord arrondi vers l'ombilic. Le lien ombilical est vertical. Les flancs ne sont presque pas bombés. L'épaisseur la plus grande des tours est située dans leur partie inférieure. La région ventrale est aplatie et séparée des flancs par des arêtes anguleuses, presque aiguës.

Le milieu de la région ventrale porte une carène étroite, saillante, qui n'est pas enfoncée, mais qui au contraire forme saillie. Il n'y existe pas de sillons bordant la carène médiane. La carène est peu proéminante jusqu'à un diamètre de 17^{mm}, et les arêtes latérales du côté ventral sont presque rondes.

La sculpture du test du jeune âge (les tours les plus intérieurs ne sont visibles que d'une manière incomplète) est formée par des stries d'accroissement aiguës, serrées. Sur la bande ombilicale, les stries sont dirigées vers l'arrière, elles traversent les flancs en direction radiale, formant à mi-hauteur du tour une courbure en avant très peu accentuée; dans la partie supérieure du tour et sur la région ventrale les stries sont fortement dirigées en avant. Outre ces stries d'accroissement, on trouve sur le test ainsi que sur les moules des jeunes individus, des plis peu accentués parallèles aux stries. Ils sont de grosseur différente et faiblement et irrégulièrement espacés. C'est près de l'ombilic que les plis sont le plus marqués; vers l'extérieur du tour, ils s'aplatissent et deviennent encore moins distincts.

A partir d'un diamètre de 50 à 60 mm. les flancs portent de gros plis bourrelés, dont la hauteur et la longueur augmentent rapidement. Les premiers plis bourrelets sont dirigés radialement, les suivants forment des courbes dont la convexité peu prononcée est dirigée vers l'arrière.

Les plis ou côtes bourrelées ont leur plus grande hauteur dans le tiers inférieurs des tours; vers la partie extérieure, ils s'abaissent assez vite; ils ne passent pas à la région ventrale.

Sur un demi-tour, on compte 8 côtes bourrelets, dans un diamètre de 70 mm, et 11 dans un diamètre de 106 mm.

Dès que les plis deviennent plus grands et plus gros, la hauteur du tour ne s'augmente pas au même degré que jusqu'ici (voyez le tableau des dimensions, p. 218); la section du tour est en même temps changée. La bande ombilicale devient oblique, et la partie ventrale se

renfle légèrement. La carène médiane y est bordée par deux dépressions larges, obliques, pas profondes.

La section du tour faite à travers deux côtes est un ovale dont la plus grande largeur est située à la moitié inférieure des tours; la section faite entre les côtes est à peu-près une ellipse allongée. (Les premières valeurs de la largeur des tours données sous II et III dans le tableau des dimensions correspondent aux sections faites à travers les côtes).

La ligne suturale (cf. fig. *C*, ci-jointe et pl. I, fig. 3 *c*) est caractérisée par des selles larges, peu coupées, et par des lobes étroits. Le premier lobe latéral n'atteint que la moitié de la profondeur du lobe siphonal. Le deuxième lobe latéral et les lobes auxiliaires sont encore moins profonds. La deuxième selle latérale large, oblique, et la selle auxiliaire aussi large, symétriquement coupées, forment un caractère remarquable qui fait ressembler la ligne suturale (dès le deuxième lobe latéral) à celle du genre *Oxynoticeras*. Sur l'exemplaire représenté sous le n.° 3 de notre planche, les lignes suturales sont coupées inégalement sur les deux côtés de l'Ammonite. En fig. 3 *c* et 3 *d*, les deux branches de la même ligne suturale, des deux côtés, sont mises l'une sous l'autre pour en démontrer la forme et la coupure différentes.

Fig. *C*

Arietites ptychogenos n. sp. (pl. fig. 1).—Ligne suturale au diamètre de 38 mm.

La moitié des tours extérieurs des petits exemplaires fig. 2 et 3, est occupée par la *dernière loge;* la *péristome définitif* n'y est pas conservé. L'exemplaire le plus grand (fig. 1) est cloisonné jusqu'à la fin du tour.

Quoique les trois échantillons figurés apparaissent à première vue totalement différents, ils appartiennent pourtant à une même espèce, ce qui est prouvé par les rapports des tours intérieurs lisses au tour extérieur fortement plissé dans fig. 3, et de même par les relations de la ligne suturale du petit exemplaire, fig. 1 (c. f. fig. *C* du texte) et 2, avec celle du grand exemplaire, fig. 3 *a* et fig. 3 *c*.

Nombre des échantillons étudiés: 3.

Arietites ptychogenos, est en calcaire compacte, gris jaunâtre.

Rapports et différences.—L'espèce est caractérisée par l'ensemble de sa forme et par le développement de ses cloisons, comme appartenant au genre *Arietites* Waagen, mais il n'est pas fa-

cile de trouver des formes voisines parmi la grande masse des *Arietites* décrits.

D'après le caractère des cloisons, *Ar. ptychogenos* se rapproche le plus des espèces du sous-genre *Asteroceras* Hyatt, et c'est spécialement le groupe de l'*Ar. (Asteroc.) obtusus* Sow. sp. auquel correspond la sculpture du tour extérieur de notre espèce. Mais en outre de la forme et de la sculpture différentes des tours intérieurs, les tours extérieurs de notre espèce se distinguent de ceux de l'*Ar. (Asteroc.) obtusus*, par les côtes plus serrées, par la région ventrale et la carène plus étroites et par le manque de sillons prononcés bordant la carène.

Nous trouvons aussi quelques différences dans les cloisons: la deuxième selle latérale de notre espèce est plus large et plus basse, la selle auxiliaire est plus élargie et moins découpée que dans l'*Ar. (Asteroc.) obtusus* Sow. sp.

Les tours du jeune âge de l'*Ar. ptychogenos* n. sp. encore dépourvus des gros plis bourrelés, rappellent beaucoup l'*Ar. (Asteroc.) impendens* Y. a. B. sp.[1] Dans les deux espèces, on trouve les tours comprimés, les arêtes séparant les flancs du côté externe, et la carène saillante et étroite. En outre, les stries d'accroissement sur le test de l'*Ar. (Asteroc.) impendens* ont la même direction, et la même inclinaison vers l'avant dans la partie supérieure des tours. Mais tandis que les tours de l'*Ar. (Asteroc.) impendens* (même les tours les plus intérieurs) sont munis de côtes étroites, aiguës, saillantes qui disparaissent sur les tours adultes, le développement de la sculpture de l'*Ar. ptychogenos* est tout opposé: les tours intérieurs ne sont ornés que de petits plis qui deviennent de gros bourrelets sur le tour extérieur. Il y a aussi quelque ressemblance entre les cloisons des deux espèces, car la selle auxiliaire de l'*Ar. (Asteroc.) impendens*[2] est aussi élargie et découpée plusieurs fois par des lobes secondaires, mais elle n'atteint pas la largeur de la selle auxiliaire de l'*Ar. ptychogenos*. En outre, dans l'*Ar. (Asteroc.) impendens*, les selles primaires sont plus hautes, plus sveltes et le lobe siphonal moins profond que dans notre espèce. (Le dessin des cloisons de l'*Ar. impendens* chez Mr. Wright n'est pas exact, car tous les lobes y ont la même profondeur, ce qui ne correspond pas à la réalité).

Mr. C. de Stefani[3] décrit un *Ar. pseudoharpoceras* (du groupe

[1] Th. Wright, Lias Ammonites, p. 392. pl. XXII *A*, fig. 1-5.

[2] Idem, ibidem, pl. XXII *A*, fig. 5.

[3] C. de Stefani, Lias inferiore ad Arieti dell Appennino Settentrionale, Atti d. Soc. Tosc. d. Sc. Nat., vol. VIII, p. 61, pl. IV, fig. 14-16.

de l'*Ar. (Asteroc.) stellaris* Sow. sp.?) de Massiciano, qui selon la figure, ressemble beaucoup au jeune âge de l'*Ar. ptychogenos*: les tours, à ombilic assez étroit, portent sur les flancs des côtes médiocrement fortes, rapprochées les unes des autres, formant au milieu des flancs la même courbure peu distincte que les plis et les stries sur le test des jeunes individus de l'*Ar. ptychogenos*.

Ar. pseudoharpoceras C. de Stef. se distingue de l'*Ar. ptychogenos* n. sp. pas sa carène très large et obtuse sur la région ventrale, renflée, par des selles plus hautes et par le lobe auxiliaire beaucoup plus voisin de l'ombilic.

La section et la sculpture des adultes de l'*Ar. ptychogenos* ressemblent beaucoup à la grande forme de l'*Ar. Crossi* Wright[1] *(Coronic. Gmuendense* [Opp.] Hyatt[2]) de la zone à *Arietites Bucklandi*. Mais *Ar. Crossi* à l'ombilic beaucoup plus large, ses tours sont moins embrassants et l'ensemble des tours intérieurs de cette espèce est muni de côtes grosses et aiguës dont la direction ne correspond pas aux stries de l'*Ar. ptychogenos*, fortement inclinées en avant.

La même différence sépare notre espèce de l'*Ar. Crossi* Quenst.[3] *(Coronic. trigonatum* Hyatt[4]). Ces deux espèces se distinguent encore de l'*Ar. ptychogenos* par les cloisons: la deuxième selle latérale et la selle auxiliaire y sont beaucoup plus hautes, moins élargies et moins découpées que dans notre espèce.

Je ne trouve pas d'autres formes décrites à comparer avec l'*Ar. ptychogenos* et même les rapports avec l'*Ar. obtusus* Sow. sp., *impendens* Y. a. B. sp. et avec l'*Ar. pseudoharpoceras* C. de Stef., ne prouvent pas de parenté directe entre ces espèces et l'*Ar. ptychogenos*.

[1] Th. Wright, l. c., p. 283, pl. X.

[2] A. Hyatt, Genesis of the Arietidae, p. 183, pl. V, fig. 4 à 9 et pl. VI, fig. 1 et 2.

[3] F. A. Quenstedt, Ammoniten des Schwäbischen Jura, p. 113, pl, XIV, fig. 6.

[4] A. Hyatt, l. c., p. 182, pl. VI, fig. 2, pl. VII, fig. 1.

ARIETITES AMBLYPTYCHUS n. sp.

Pl. I, fig. 4-5

Forme discoïde, à ombilic médiocrement large et peu profond, à tours aplatis sur les flancs, se recouvrant sur la moitié de la hauteur.

Dimensions:

	I (fig. 4 a)		II[1]	
Diamètre	81 mm.	= 1	144 mm.	= 1
Largeur de l'ombilic	27,5 »	= 0,34	49 »	= 0,35
Dernier tour, hauteur	33 »	= 0,40	52 »	= 0,37
» » largeur	23,5 »	= 0,29	–	–

Les tours ont les flancs presque plats, très-peu renflés. L'ombilic est bordé par une arête arrondie, et coupé presque perpendiculairement. La coupe des tours ne diminue que très peu vers la région siphonale. Les flancs sont séparés de la région ventrale par une arête anguleuse, devenant peu à peu plus arrondie. La région ventrale est coupée presque carrément jusqu'à un diamètre de 50 mm., puis elle devient plus renflée; elle porte une carène médiane saillante, assez haute, pas enfoncée, d'abord aiguë, puis plus obtuse.

La sculpture du test est formée par des stries d'accroissement serrées, assez aiguës, qui, inclinées vers l'arrière sur la bande ombilicale, traversent les flancs en direction radiale, pour se courber fortement vers l'avant dans le dernier quart de la hauteur du tour. Sur le côté extérieur, elles se rencontrent sous un angle obtus. En plus des stries, l'ornementation est formée par des plis plats, obtus, peu distincts, dirigés dans le même sens que les stries. Les plis sont plus nets dans la partie inférieure des tours, ils s'abaissent vers la région ventrale. Lorsque le test est conservé, les plis sont plus visibles que sur le moule; leur écartement est plus grand que leur largeur. Les tours intérieurs que je ne connais qu'en partie par une empreinte en plâtre (tours intérieurs de fig. 5, pl. I) montrent les mêmes plis larges, peu prononcés, les stries d'accroissement y sont particulièrement distinctes. Les tours extérieurs d'un grand échantillon, dont je n'ai vu

[1] D'après la photographie d'un moule intérieur.

que la photographie, ont les plis très larges, abaissés et plus rapprochés que sur les tours intérieurs.

Sur le moule, fig. 4, les plis et les empreintes des stries d'accroissement vers la fin de la première moitié du tour sont fortement inclinés vers l'avant. Cette irrégularité est causée par une croissance anormale de l'animal; la coquille y est courbée sur le côté et le siphon s'est éloigné de la carène, sur la droite. Sur la partie antérieure du tour régulièrement construit, les plis sont plats et traversent normalement les flancs en direction radiale.

Les cloisons sont bien rapprochées de celles de l'*Ar. ptychogenos*. Le deuxième lobe latéral y est plus profond que dans l'espèce précédente. La première selle latérale est divisée en deux par une entaille plus distincte. Ce n'est pas un caractère individuel, car nous trouvons la même particularité dans les deux exemplaires dont les cloisons sont visibles. La deuxième selle latérale large, basse, est aussi bipartite, mais asymétriquement.

La deuxième selle latérale est suivie d'un petit lobe auxiliaire et celui-ci d'une selle auxiliaire élargie, basse, dont la découpure n'est visible que d'une manière insufisante. Il est à remarquer que la première selle latérale s'élargit trés rapidement; en même temps, la selle s'abaisse (La figure ci-jointe montre trois lignes suturales se succédant à des distances irrégulières, où l'on peut bien voir l'élargissement des selles).

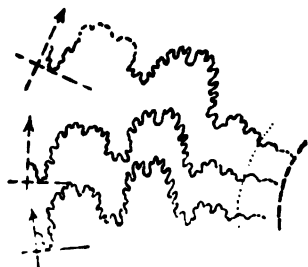



Fig. *D*

Arietites amblyptychus n.? sp. — Trois lignes suturales de l'exemplaire. Pl. fig. 4 a.

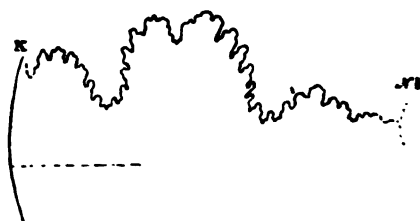



Fig. *E*

Arietites amblyptychus n. sp.— Ligne suturale d'un grand exemplaire, dessinée d'après une photographie. K = contour extérieur, Nb = contour intérieur du tour.

La grandeur de la *dernière loge* ne peut pas être déterminée. Fig. 4, d'un diamètre de 81 mm. et un moule de 144 mm. sont cloisonnés jusqu'à la fin, tandis que le dernier tour du fragment, fig.

5, qui correspond à un diamètre de 50 mm. est déjà occupé par une dernière loge.

Ar. amblyptychus est fossilisé par un calcaire compacte, gris-jaunâtre, fig. 4; le fragment, fig. 5, est en calcaire gris avec de petites masses de calcite blanc.

Rapports et différences.—*Ar. amblyptychus* se rapproche beaucoup de l'espèce précédente, par la forme des tours intérieurs et par les cloisons qui, dans les caractères principaux, concordent avec celles de l'*Ar. ptychogenos* n. sp. Les dimensions des individus de grandeur moyenne des deux espèces sont presque identiques, c. f. pag. 218, II. *Ar. amblyptychus* diffère de l'espèce précédente par l'accroissement un peu plus rapide de la largeur et de la hauteur des tours, par l'involution plus grande et particulièrement par le manque de plis-bourrelets si caractéristiques dans l'*Ar. ptychogenos*. La section des tours de l'*Ar. amblyptychus* reste moins bombée, et enfin la bipartition de la selle latérale distingue notre espèce de l'*Ar. ptychogenos*, dont la selle latérale est tripartite, spécialement dans les individus de petite taille.

L'ornementation du test de fig. 5 rappelle beaucoup le dessin d'un exemplaire de l'*Arietites Nodotianus* (d'Orb.) de Moroges, figuré par E. Dumortier,[1] mais il n'est pas permis le supposer des relations de parenté entre *Ar. amblyptychus* et le groupe de l'*Ar. Nodotianus (Ar. Macdonelli* Portl. sp.[2] *Charpentieri* Schafh. sp. *Nodotianus* d'Orb. Dum., v. Hauer sp.), parce qu'il n'y a pas de formes de passage entre notre espèce et le groupe précité, en outre le caractère des lignes suturales est tout autre dans le groupe de l'*Ar. Nodotianus:* les selles y sont beaucoup plus étroites, profondément découpées, le lobe siphonal est plus court, sa profondeur ne surpasse que peu celle du deuxième lobe latéral.

[1] E. Dumortier, Études paléontologiques etc. du Bassin du Rhône, vol. II, pag. 158, pl. 29, fig. 3, 4.

[2] A. Hyatt, (A genesis of the Arietidae) joint l'*Ar. Nodotianus* d'Orb. sp. au genre *Caloceras* Hyatt, *Ar. Macdonelli* Portl. sp. au genre *Arnioceras* Hyatt.

ARIETITES sp.

Pl. 1, fig. 6

Je ne connais cette espèce que par la photographie reproduite sur notre planche, fig, 6 et par quelques notes que Mr. Choffat a bien voulu me communiquer.

Dimensions:

Diamètre	37	mm.	= 1
Largeur de l'ombilic	11,5	»	= 0,31
Dernier tour, hauteur	14,5	»	= 0,39
» » largeur	9,5	»	= 0,26

Quatre tours sont conservés, les intérieurs ayant encore le test, tandis que le tour extérieur en est dépourvu. L'accroissement est à peu près le même que dans l'*Ar. amblyptychus* n. sp. L'ombilic est de moyenne largeur, coupé presque perpendiculairement, bordé d'une arête obtuse, large, arrondie. Les tours se recouvrent sur la moitié de la hauteur; ils sont plus hauts que larges; d'après l'esquisse ci-jointe, la largeur du dernier tour est environ les deux tiers de la hauteur. La hauteur se double sur le dernier tour.

Fig. *F*

Arietites sp. (c. f. pl. fig. 6). — Section d'après une esquisse faite par Mr. P. Choffat.

Les flancs sont très peu renflés, ils passent à la région ventrale par une courbe large.

La région ventrale, légèrement renflée, porte une carène médiane pas haute, probablement assez bien limitée.

Les tours intérieurs portent des plis radiaux, larges, obtus, au nombre de 19 sur l'avant dernier tour; sur le test on remarque des stries d'accroissement prononcées. Sur le dernier tour (moule), les plis sont moins saillants et sont fortement dirigés en avant près du côté ventral. La ligne suturale n'est pas visible.

La partie sans test du dernier tour est occupée par la dernière loge.

Arietites sp. est fossilisé par un calcaire noir, compacte, très fin.

Rapports et différences. — D'après son ornementation, cette espèce est très voisine de l'*Ar. amblyptychus*, cf. pl. 1, fig. 5. Les faibles différences consistent en ce que la carène est plus obtuse et dans le manque des arêtes anguleuses entre les flancs et le côté extérieur.

Notre espèce se distingue du jeune âge de l'*Ar. ptychogenos* par une involution plus grande.

Arietites ptychogenos n. sp.
— *amblyptychus* n. sp.
— sp.

sont des espèces très voisines, ce qui est prouvé par la forme des tours, par le développement de la carène, par la même direction des stries d'accroissement et de l'ornementation des tours intérieurs, et même par les cloisons, connues seulement dans deux espèces. Tandis que dans l'*Arietites amblyptychus* (et probablement aussi dans l'*Arietites* sp.) l'ornementation reste faible sur l'Ammonite entière, dans l'*Arietites ptychogenos*. il se développe presque subitement une ornementation accentuée, formée par de gros bourrelets se présentant à une taille où l'on ne voit généralement pas de nouveaux éléments dans l'ornementation.

S'il est facile de reconnaître des relations entre ces trois espèces, il n'est pas aussi simple de fixer les relations de ces espèces avec d'autres espèces déjà décrites du genre *Arietites*. Les espèces du genre *Arietites* qui demandent à être comparées à l'*Ar. ptychogenos* ont déjà été discutées lors de la description de cette espèce.

En outre, il a été constaté que c'est principalement le sous-genre *Asteroceras* Hyatt qui, par l'allure des cloisons, ressemble à nos espèces, que la forme et jusqu'à un certain degré aussi, la sculpture des tours intérieurs des *Ar. ptychogenos* et *amblyptychus*, correspondent au groupe de l'*Ar. (Asteroc) impendens* Y. a. B. sp., et que d'un autre côté la forme et la sculpture du dernier tour de l'*Ar. ptychogenos* ressemble au groupe de l'*Ar. (Asteroc.) obtusus* Sow. sp.

D'après les recherches de Würtenberger et de Neumayr, il est fort possible que des formes comme *Ar. obtusus* Sow. sp. puis-

sent se développer de formes analogues à l *Ar. ptychogenos*. Pourtant, on ne peut pas supposer des relations directes entre le groupe de l'*Ar. (Asteroc.) obtusus* Sow. sp. et nos espèces portugaises en question. Aucune espèce du groupe de l'*Ar. (Asteroc.) obtusus* Sow. sp. ne parcourt des stades de développement correspondant au stade normal [1] ou même au jeune âge de l' *Ar. ptychogenos* et *amblyptychus*.

Le groupe d'*Asteroceratres* dont l'*Ar. impendens* Y. a. B. sp. fait partie, est l'unique qui peut être relié à nos espèces. C'est particulièrement la direction des stries d'accroissement, en outre de la forme déjà mentionnée des tours intérieurs, qui accuse la relation avec le groupe de l' *Ar. impendens*. L'inclinaison des stries vers l'avant qui se trouve dans l' *Ar. ptychogenos* et *amblyptychus*, se rencontre aussi dans toutes les espèces du groupe de l' *Ar. (Asteroc.) impendens* Y. a. B. sp.:

Amm. Brooki α Quenst.[2]	*Arietites Brooki* (Sow.) Wright.[5]
— *undaries* Quenst.[3]	*Amm. serpentinus olifex* Quenst.[6]
— *Brooki* β Quenst.[4]	*Arietites impendens* Y. a. B. sp.
	— *denotatus* Simps. sp.[7]
	— *Collenoti* (d'Orb.) Hyatt.[8]

La direction des stries ne doit pas être estimée au dessous de sa vraie valeur, car elles représentent la forme du bord du manteau et cette forme de l'embouchure qui était particulière à l'animal pendant la durée de la construction du test. Comme nous le voyons par le dessin d'un péristome définitif chez l' *Amm. serpentinus olifex* Quenst. l. c., la forme de la dernière embouchure ne varie que très peu de la direction des stries d'accroissement, situées plus loin du péristome.

Le développement retardé de la carène dans l' *Ar. sp.* (cf. p. 226.

[1] cf. K. A. v. Zittel, Grundzüge der Palæontologie, p. 393.
[2] F. A. Quenstedt, l. c., p. 116, pl. 15, fig. 2, 3.
[3] F. A. Quenstedt, l. c., p. 148, pl. 20, fig. 2-6.
[4] F. A. Quenstedt, l. c., p. 152, pl. 20, fig. 11.
[5] Th. Wright, l. c., pl. 6, fig. 5.
[6] F. A. Quenstedt, l. c., p. 135, pl. 18, fig. 10.
[7] Th. Wright, l. c., pl. 6, fig. 1.
[8] A. Hyatt, l. c , p. 212, pl. 9, fig. 10, 11, pl. 10, fig. 10.

fig. *F*) ressemble beaucoup au développement aussi tardif dans l'*Ar.* *(Asteroc.) Collenoti* (d'Orb.) Hyatt.[1]

Malheureusement, on manque totalement de formes de passage entre le groupe de l'*Ar. (Asteroc) Brooki-impendens* et le groupe de l'*Ar. ptychogenos-amblyptycus;* c'est pour cela qu'il est impossible de constater s'il y a ou non des relations génétiques directes entre ces deux groupes. Le plus probable est qu'il n'y en a pas.

Les espèces du groupe de l'*Ar. (Asteroc.) Broki-impendens* sont munies de côtes hautes, aiguës dans le stade normal et sur les tours intérieurs jusque près du commencement de la spire; ce n'est que relativement tard que commence le caractère usuel de sénilité, l'affaiblissement et l'effacement de l'ornementation.[2] Aucune forme parmi les Ammonites portugaises décrites ne montre des stades, dont le test est orné de côtes rapprochées, hautes, fortes, caractéristiques du groupe de l'*Ar. (Asteroc.) Brooki-impendens.* C'est pour cela que ni les espèces d'un groupe, ni celles de l'autre, ne peuvent être dérivées les unes des autres.

Dans les formes du groupe *Ar. (Asteroc.) Brooki-impendens*, ce ne sont que les tours les plus internes jusqu'au diamètre de 2,5–3 mm. qui montrent des plis faibles, radiaux.[3]

Dans le groupe de l'*Ar. ptychogenos-amblyptychus*, cette ornementation est persistante *(Ar. amblyptychus)* ou bien elle n'est substituée que très tard par de gros bourrelets *(Ar. ptychogenos)*.

S'il y a des liens de parenté entre le groupe:

Ar. (Asteroc.) Brooki-impendens et le groupe
Ar. ptychogenos-amblyptychus,

ce dont je ne doute pas, ces relations sont à rechercher bien loin en arrière; elles doivent être restreintes à la descendance des deux groupes d'un même point, c'est-à-dire d'une espèce d'Ammonite faiblement sculptée.

Il ne peut pas être prouvé pour le moment si l'*Agassiceras laevigatum* Sow. sp. est cette espèce présumée par Hyatt comme racine de tous ses *Asterocerates*.

[1] cf. A. Hyatt, l. c , p. 212, pl. IX, fig. 11.

[2] Dans l'*Ar. Collenoti*, l'affaiblissement de la sculpture commence déjà sur l'avant-dernier tour et la région ventrale y devient très amincie et coupante.

[3] cf. A. Hyatt, l. c., pl. X, fig. 6. (C'est aussi la sculpture des tours du jeune âge de tous les *Arietites*.

Pour l'instant, je dois me borner à considérer les *Ar. ptychogenos*, *amblyptychus* et *sp.* comme membres d'une série que l'on doit rattacher au sous-genre *Asteroceras* Hyatt. Ces espèces représenteraient après les deux séries déjà distinguées par Hyatt, la troisième série des *Asterocerates*, parallèle à la série de l'*Ar. (Asteroc.) Brooki — impendens* par la forme des tours et par la direction des stries d'accroissement et vraisemblablement de même origine que cette série.

Elle en diffère principalement par le degré de développement de la sculpture qui est moins avancée.

En décrivant la ligne suturale de l'*Ar. ptychogenos*, j'ai cité le genre *Oxynoticeras*. Cette remarque ne doit pas être interprétée comme supposition de relations génétiques entre l'*Ar. ptychogenos* et *oxynoticeras*. L'élargissement des selles dans l'*Ar. ptychogenos* à partir du deuxième lobe latéral, est causé par l'augmentation de l'involution, de même que l'élargissement et la découpure fréquente des parties équivalentes des cloisons dans les *Oxynoticerates*.

On trouve il est vrai, des formes semblables dans le genre *Oxynoticeras* (cf. *Oxynoticeras actinotum* Par.[1] *Amm. Cluniacensis* E. Dum.[2]) mais le mode d'enroulement, les caractères des lobes et des selles primaires, tout le développement y sont tout autres que dans l'*Ar. ptychogenos*, *Ar. amblyptychus* et *Ar.* sp.

ARIETITES (ARNIOCERAS ?) ONCOCEPHALUS n. sp.

Pl. I, fig. 7

Il n'existe que le seul exemplaire représenté. Il est brisé et écrasé, mais la plus grande partie des tours a conservé le test.

Dimensions:

Diamètre	68 mm.	= 1
Largeur de l'ombilic	29 »	= 0,43
Dernier tour, hauteur	22 »	= 0,32
» » largeur	20 »	= 0,29

[1] C. F. Parona, Ammoniti del Lias inferiore del Saltrio, p. 20, pl. II, fig. 1 (spécialement fig. 1 *c*).

[2] E. Dumortier, Études paléontologiques etc, du Bassin du Rhône, vol. II, p. 148, pl. XXV, fig. 8-10.

Les tours les plus intérieurs sont détruits. Tours suivants carénés, ne croissant que très lentement, se recouvrant sur la moitié de la hauteur.

Ombilic relativement large, bordé par une arête large, obtuse, ronde.

La section des tours intérieurs est aplatie, plus haute qu'épaisse. Sur le dernier tour, l'épaisseur augmente assez vite, et dans la partie antérieure, la hauteur ne surpasse que peu la largeur. Le côté ventral arrondi porte une carène médiane. Sur les tours intérieurs, la carène est assez élevée et mince, elle s'élargit et s'abaisse sur le dernier tour, où elle est bordée par deux légers méplats.

L'ornementation du test se compose de stries d'accroissement fines, formant sur la partie inférieure du tour un arc ombilical assez large, droites sur les flancs et dirigées fortement en avant sur la région ventrale.

Sur le moule interne du dernier tour, il y a de petits plis, plats, très fins, dans la même direction que les stries d'accroissement. Près de l'ombilic du dernier tour, les plis se réunissent en formant des renflements très larges, bas.

Les tours intérieurs, pourvus du test, portent en outre des stries d'accroissement, des plis ou des renflements larges, tout plats. Vers la fin du dernier tour, il nait de gros plis en forme de bourrelets droits, obliques, dirigés en avant, ce qui produit un élargissement important du tour.

Sur le test de la carène et au bord du côté ventral, on voit des lignes très fines, peu élevées, fendillées, de direction presque spirale, légèrement inclinées vers l'ombilic (voir la figure ci-jointe). Ces lignes se trouvant sur la partie ventrale du dernier tour (qui est déjà occupée par la dernière loge), ne peuvent pas être considérées comme des «épidermides» ou des «Ritzstreifen». La régularité de leur distribution ne permet pas de les attribuer à des causes mécaniques, par exemple par fendillement partiel du test.

Fig. G

Arietites (Arnioceras?) oncocephalus n. sp.—Sculpture du côté ventral du dernier tour, grossi.

Tout le dernier tour est occupé par la dernière loge dont la longueur entière était encore plus grande, car le péristome définitif n'est pas conservé.

La *ligne suturale* n'est conservée que dans la partie reproduite

dans la figure ci-jointe, prise au milieu de l'avant-dernier tour. Les selles sont très larges et basses. Le deuxième lobe latéral est petit, court, à deux pointes. Selle externe plus large que la première selle latérale (?)

Fig. H

Arietites (Arnioceras?) oncocephalus n. sp.—Partie de la ligne suturale de l'avant dernier tour (gr. nat.). Ll_2 = deuxième lobe latéral, N_1 = contour intérieur du dernier tour, N_2 = contour de l'avant dernier tour.

Le lobe siphonal et le premier lobe latéral sont pas visibles d'une manière très nette.

Ar. oncocephalus est fossilisé par un calcaire brun foncé, compacte, bitumineux.

Rapports et différences.—Le matériel entre mes mains ne permet malheureusement que trop peu de recherches pour pouvoir résoudre d'une manière bien satisfaisante la question des relations de cette espèce si intéressante.

La forme des tours intérieurs, jusqu'à un diamètre d'environ 35 mm., ressemble beaucoup par sa section à l'*Amm. jejunus* E. Dum.[1] des couches à *Amm. planicosta* de Limonest. A la même taille, cette espèce montre la même section, la même forme de la carène et aussi des renflements plats, comme nous les trouvons sur les tours du jeune âge de l'*Ar. oncocephalus*.

Mais le recouvrement des tours de l'*Amm. jejunus* E. Dum. est beaucoup plus petit que dans notre espèce portugaise. Malheureusement, on ne connaît pas les cloisons de l'*Amm. jejunus* E. Dum.

A. Hyatt[2] considère l'*Amm. jejunus* E. Dum. comme une forme maladive ou anormale de l'*Amm. miserabilis* Quenst. Chez l'individu figuré dans les «Ammoniten des schwäbischen Jura» pl. XIII, fig. 29, nous trouvons tout spécialement des tours dont la coupe montre le même contour et le même développement de la carène que les tours de l'*Amm. jejunus* E. Dum. et aussi des tours intérieurs de l'*Amm. oncocephalus* n. sp.

L'*Amm. falcaries laevissimus* Quenst.[3] de la partie supérieure des couches à *Arietites Bucklandi* de Achdorf, près de la Wutach (forêt noire de Bade) a aussi les tours à section analogue, mais ses flancs sont un peu plus renflés.

Les cloisons, aussi bien de l'*Amm. falcaries laevissimus* Quenst.

[1] E. Dumortier, l. c., vol. II, p. 156, pl. XXXI, fig. 6-8.
[2] A. Hyatt, Genesis of the Arietidae, p. 105.
[3] F. A. Quenstedt, l. c., p. 103, pl. XIII, fig. 18.

que de l'*Amm. jejunus* E. Dum. diffèrent de celles de l'*Ar. oncocephalus* par des lobes plus profonds et un peu plus larges.

M. Haug[1] a placé l'*Amm. miserabilis* Quenst. dans le genre *Agassiceras* Hyatt. Il considère comme type de l'espèce la forme à carène faible que M. Quenstedt a figurée (Ammoniten, pl. XIII, fig. 27). Dans la liste des synonymes, M. Haug n'a enrégistré du Lias souabe que les fig. 27 et 30 de pl. XIII (Quenstedt, Ammoniten). L'interprétation donnée par M. Haug peut être acceptée pour ces deux exemplaires, (cf. le péristome de l'*Amm. miserabilis* Quenst. Ammoniten, pl. XIII, fig. 27). Ces formes sont donc congénères de l'*Agassiceras laevigatum* Sow. sp.

Les exemplaires de l'*Amm. miserabilis* Quenst. (l. c., pl. XIII, fig. 28 et 29) à carène bien développée, ne peuvent pas être considérés comme appartenant au genre *Agassiceras*. Ce type fait partie du genre *Arietites* Waagen et doit être interprété, comme congénère de l'*Amm. falcaries laevissimus* Quenst., interprétation déjà présumée par M. Quenstedt.[2]

D'après M. Hyatt[3] *Amm. miserabilis* Quenst. est une espèce du genre *Arnioceras*, c'est-à-dire une espèce appartenant aux *Arietites*, et quant à moi je ne doute pas de la justesse de cette interprétation.

Amm. falcaries laevissimus Quenst. des couches supérieures de la zone à *Arietites Bucklandi*,
Amm. miserabilis Quenst. e. p. des calcaires argileux au dessus des calcaires à *Arietites* de la Souabe,
Amm. jejunus E. Dum. des couches à *Amm. planicosta* (E. Dum.)

sont des membres d'une série des *Arietites* à tours comprimés dont l'involution diminue peu à peu, et qui n'acquièrent que relativement tard une ornementation en forme de plis plus ou moins plats.

Cette série descend très probablement du groupe de l'*Arietites falcaries* Quenst.—*geometricus* Opp., dont les espèces restent lisses sur les tours intérieurs jusqu'à un âge relativement avancé. (*Ar. ambiguus* Geyer[4] appartient probablement aussi à cette série).

[1] E. Haug, Uber die «Polymorphidae» eine neue Ammonitenfamilie. N. Jahrb. f. Min. etc., 1889, II, p. 100.

[2] F. A. Quenstedt, l. c., p. 107.

[3] A. Hyatt, l. c., p. 162.

[4] F. Geyer, Uber die liasischen Cephalopoden des Hierlatz bei Hallstadt. Abh. d. K. K. Geol. Reichsanst. Wien, vol. XII 4, p. 252, pl. III, fig. 11.

A mon avis, *Arietites oncocephalus* n. sp. est congénère de la série de l'*Amm. falcaries laevissimus* Quenst.—*jejunus* Dum. ce qui est prouvé par la forme et l'ornementation peu avancée des tours intérieurs. En l'admettant il n'est pas nécessaire de présumer que l'*Ar. oncocephalus* n. sp. doive être rangé comme membre immédiat de cette série; on doit plutôt considérer l'*Ar. oncocephalus* comme le seul membre connu jusqu'à ce jour, d'une série dont les espèces ont les tours plus embrassants que les espèces de la série de l'*Amm. falcaries laevissimus* Quenst.—*jejunus* Dum.

Ou bien le groupe représenté par l'*Ar. oncocephalus* dérive de la série de l'*Amm. falcaries laevissimus* Quenst.—*jejunus* Dum., ou bien il est de même origine que cette série, c'est-à-dire que les deux groupes ont les mêmes aïeux, le groupe de l'*Arietites geometricus* Opp.—*falcaries* Quenst.

Comme différence des espèces et des groupes congénères et comme caractère nouveau acquis plus tard, nous trouvons dans l'*Ar. oncocephalus* l'ornementation particulière, formée par les bourrelets obliques.

Le fait que *Ar. oncocephalus* a les selles très larges et les lobes étroits et courts, ne doit pas être considéré comme empêchant la supposition des relations génétiques entre notre espèce et la série de l'*Amm. falcaries laevissimus* Quenst.—*jejunus* Dum. Nous avons vu dans l'*Ar. (Asteroceras) amblyptychus* (p. 224, fig. *D*) l'élargissement accéléré des selles et l'amincissement des lobes pendant le développement de l'individu, c'est-à-dire que l'*Ar. (Asteroc.) amblyptychus* descend d'une espèce à selles plus étroites et à lobes plus larges (et à tours moins embrassants). La construction des cloisons le l'*Ar. oncocephalus* n. sp. peut être interprétée dans le même sens. Mais probablement l'élargissement des selles accompagné de l'amincissement des lobes, n'est pas restreint à une seule espèce mais il est développé, pas à pas, dans une série d'espèces depuis la forme ancestrale présumée dans le groupe de l'*Amm. falcaries* Quenst.—*geometricus* Opp. ou dans la série de l'*Amm. falcaries laevissimus* Quenst.—*jejunus* Dum. jusqu'à l'*Ar. oncocephalus*.

D'après les considérations précédentes, l'*Ar. oncocephalus* se rattache au genre *Arnioceras* Hyatt, qui n'a que la valeur d'un sous-genre de *Arietites* Waagen.

Arietites Landrioti d'Orb., sp.[1] (de la zone à *Oxynoticeras oxynotum* de Bargy, Saône et Loire) espèce de très grande taille, montre

[1] E. Dumortier, l. c., vol. II, p. 128, pl. XXIII, fig. 1-2.

presque la même coupe des tours que le tour adulte de l'*Ar. oncocephalus* et il est aussi muni de grosses côtes obliques.

Probablement cette espèce représente un autre membre plus avancé de la série dont l'*Arietites oncocephalus* fait partie.

La section des tours intérieurs (pl. I, fig. 7 *c*) et la direction des stries d'accroissement de l'*Ar. oncocephalus*, rappelle beaucoup l'*Ar. Macdonelli* Portl. sp.,[1] *Ar. Nodotianus* d'Orb. sp.[2] et v. Hau. sp.[3] Mais les tours les plus internes de ces espèces ont des côtes très accentuées, c'est pour cela que l'on ne peut pas présumer des relations intimes entre ces espèces et l'*Ar. oncocephalus.*

Les stries inclinées en avant et la largeur du côté ventral du dernier tour à carène basse, ronde de l'*Ar. oncocephalus*, sont des caractères que nous trouvons aussi dans le groupe de l'*Agassiceras striaries* Quenst. sp.[4] — *Davidsoni* (d'Orb.) Dum. sp.[5] Mais ces espèces ainsi que les autres *Agassicerates* proprement dits, ont la dernière loge courte, atteignant à peine la longueur des trois quarts du dernier tour, tandis que la grande longueur de la dernière loge de l'*Ar. oncocephalus* constitue un caractère particulier au genre *Arietites* Waagen.

Il y a encore une autre question à discuter. Par son ornementation composée de gros plis, en forme de bourrelets, ne paraissant que très tard, *Ar. oncocephalus* se présente comme parallèle à l'*Ar. (Asteroc.) ptychogenos* n. sp.

Ce parallélisme permet-il de supposer des relations intimes entre l'*Ar. (Arnioc.?) oncocephalus* et l'*Ar. (Asteroc.) ptychogenos?* Cette question doit être résolue négativement.

Pendant le développement de l'*Ar. oncocephalus*, les arêtes anguleuses bordant la région ventrale, qui sont particulièrement nettes dans le jeune âge de l'*Ar. ptychogenos*, manquent tout-à-fait. Et si l'on pouvait trouver dans les selles larges des cloisons de l'*Ar. oncocephalus*, encore plus de ressemblance entre cette espèce et le groupe de l'*Ar. ptychogenos* et *amblyptychus*, les deux types ne pourraient cependant pas être considérés comme plus reliés qu'ils ne sont déjà sans cela,

[1] J. E. Portlock, Geology of Londonderry, p. 134, pl. XXIX *A-C*, fig. 12. —Th. Wright, Lias Ammonites, p. 300, pl. XXXVII, fig. 3-4.

[2] E. Dumortier, l. c., vol. II, p. 158, pl. XXIX, fig. 3-4.— A. d'Orbigny, Pal. franc. Terr. jur. I, p. 108, pl. XLIX.

[3] F. von Hauer, Cephalopoden aus dem Lias der nordoestlichen Alpen. Denkschrf. d. Akad, d. Wiss. Wien, 1856, vol. XI, p. 24, pl. VI, fig. 1-3.

[4] F. A. Quenstedt, l. c., p. 105, pl. XIII, fig. 24.

[5] cf. E. Dumortier, l. c , vol. II, p. 112, pl. XXI, fig. 1-4.

par le fait d'appartenir au genre *Arietites* Waagen. Le développement des bourrelets sur les dernier tours de l'*Ar. (Arnioceras) oncocephalus* et de l'*Ar. (Asteroceras) ptychogenos*, n'est qu'une convergence qui n'est pas causée par une parenté intime mais probablement par des influences locales.

CONCLUSIONS

Les Ammonites de *Penedo da Saudade* permettent selon les descriptions précédentes la distinction des espèces suivantes:

Arietites (Asteroceras) obtusus Sow. sp.
» » *ptychogenos* n. sp.
» » *amblyptychus* n. sp.
» » sp.
» *(Arnioceras ?) oncocephalus* n. sp.

Cette petite faunule a une valeur paléontologique importante, parce qu'elle contient des séries de mutations inconnues jusqu'à ce jour dans le grande genre *Arietites:*

Arietites (Asteroceras) ptychogenos, n. sp.
» » *amblyptychus* n. sp.
» » sp.

forme une série nouvelle (aberrante) du type des Asterocerates;

Arietites (Arnioceras ?) oncocephalus n. sp.

représente probablement un groupe nouveau des Arniocerates à ornementation faible sur la plupart des tours.

Entre ces deux séries ou groupes nouveaux il existe un parallélisme très remarquable, c'est la convergence indiquée par le développement des bourrelets seulement sur les tours extérieurs de l'*Arietites (Asteroceras) ptychogenos* n. sp. et de l'*Arietites (Arnioceras ?) oncocephalus* n. sp.

Quant à la valeur stratigraphique *Arietites (Asteroceras) obtu-*

sus Sow. sp., est l'espèce la plus importante de cette petite faune d'Ammonites. *Ar. (Asteroc.) obtusus* Sow. sp. est un fossile des plus caractéristiques de la zone qui porte son nom, comprise entre la zone à *Pentacrinus tuberculatus*, et la zone à *Oxynoticeras oxynotum* des contrées de l'Europe centrale extra-alpine et de l'Europe occidentale.

Ar. (Asteroc.) ptychogenos n. sp. et *amblyptychus* n. sp. trouvés dans le même calcaire compacte, gris jaunâtre, que l'*Ar. (Asteroc.) obtusus* Sow. sp., sont aussi du même âge, ce qui va de soi.

On ne peut pas juger directement si l'*Ar. (Asteroc.)* sp. du calcaire noir et *Ar. (Arnioc.?) oncocephalus* n. sp. du calcaire brun foncé, bitumineux, sont également contemporains de l'*Ar. (Asteroc.) obtusus* Sow. sp., à cause du manque total de renseignements. Selon les relations intimes entre *Ar. (Asteroc.)* sp. et *Ar. (Asteroc.) amblyptychus* n. sp. et entre *Ar. (Arnioceras?) oncocephalus* n. sp. et le groupe de l'*Ar. (Arnioc.) falcaries laevissimus* Quenst.—*jejunus* Dum.. il est parfaitement permis de considérer ces deux dernières espèces comme étant aussi contemporaines de l'*Ar. (Asteroc.) obtusus* Sow. sp.

L'examen des Ammonites prouve donc l'existence de la zone à *Arietites (Asteroceras) obtusus* Sow. sp. à Penedo da Saudade.

Cet examen confirme l'opinion de M. Choffat[1] quant à l'âge des calcaires liasiques affleurant au Sud et au Nord de S.-Pedro-de-Muel dans la zone occidentale du Sinémurien du Portugal.

[1] P. Choffat, Notice stratigraphique, etc., 1894, p. 239-240.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Tous les exemplaires ont été trouvés à *Penedo da Saudade*. Toutes les figures sont de grandeur naturelle sauf la vue de face, fig. 2 *b*, et la section 4 *c*, qui sont très peu grossies.

Les originaux font partie des collections de la Direction des travaux géologiques du Portugal.

Arietites (Asteroceras) ptychogenos n. sp. (pag. 218)

Fig. 1. Jeune individu ayant conservé partiellement son test. La moitié du dernier tour est occupée par la dernière loge. *a*) Vue de côté. *b*) Vue de face reconstruite.

Fig. 2. Exemplaire plus grand, avec quelques restes du test. La moitié du dernier tour est occupée par la dernière loge. *a*) Vue de côté. *b*) Vue de face reconstruite, très peu grossie. La section du dernier tour est dessinée un peu trop haute, et sa partie supérieure est un peu trop large; elle est presque de la même forme que la figure 3 *b*.

Fig. 3. Moule intérieur d'un grand individu cloisonné jusqu'à la fin. *a*) Vue de côté. *b*) Section du dernier tour au point *x* (reconstruite). *c*) Ligne suturale au même point. *d*) Partie de la branche correspondante de la même ligne suturale prise de l'autre côté de l'Ammonite.

Arietites (Asteroceras) amblyptychus n. sp. (pag. 223)

Fig. 4. Moule intérieur cloisonné jusqu'à l'extrémité. *a*) Vue de côté. *b*) et *c*) Sections aux points *x* et *y*.

Fig. 5. Fragment d'un jeune individu ayant conservé partiellement son test.

Arietites (Asteroceras) sp. (pag. 226)

Fig. 6. La moitié du dernier tour (dépourvue du test) est occupée par la dernière loge. Les tours intérieurs sont munis du test. (D'après une photographie communiquée par M. Choffat).

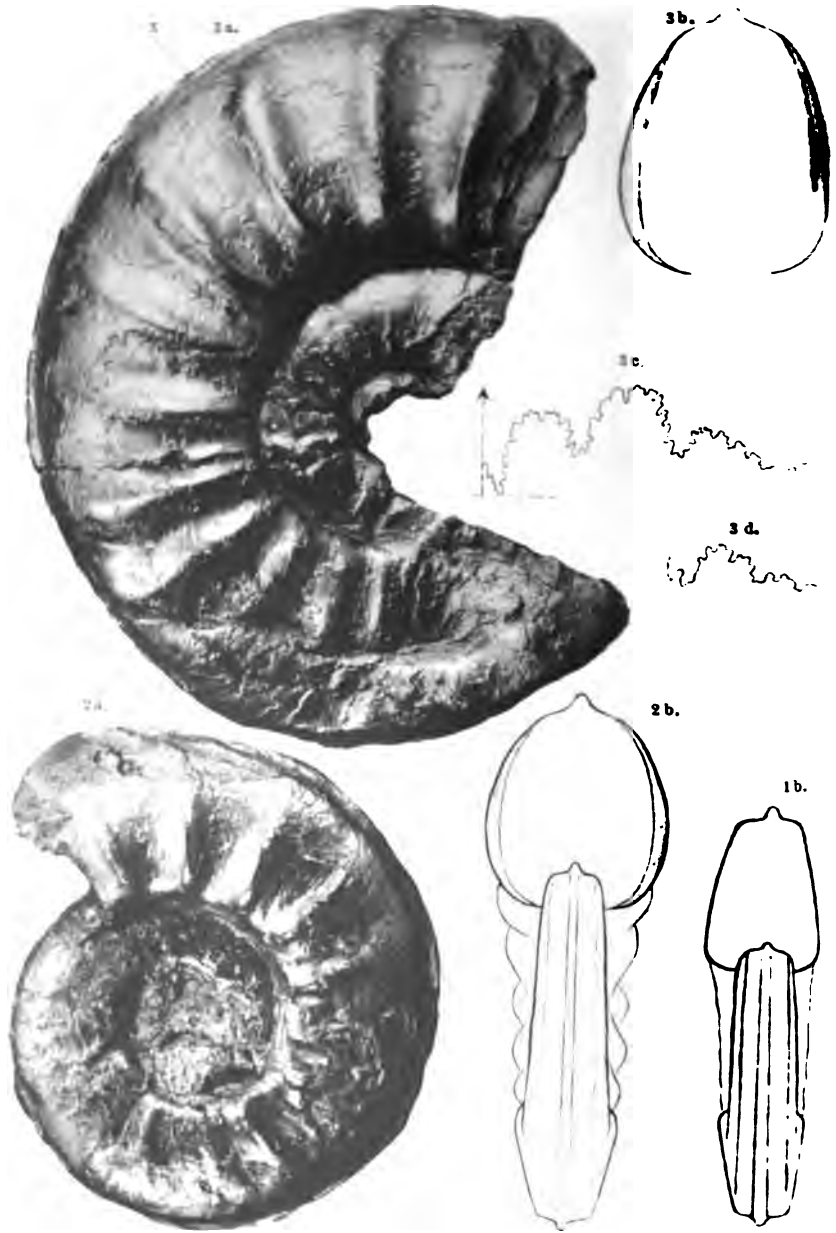
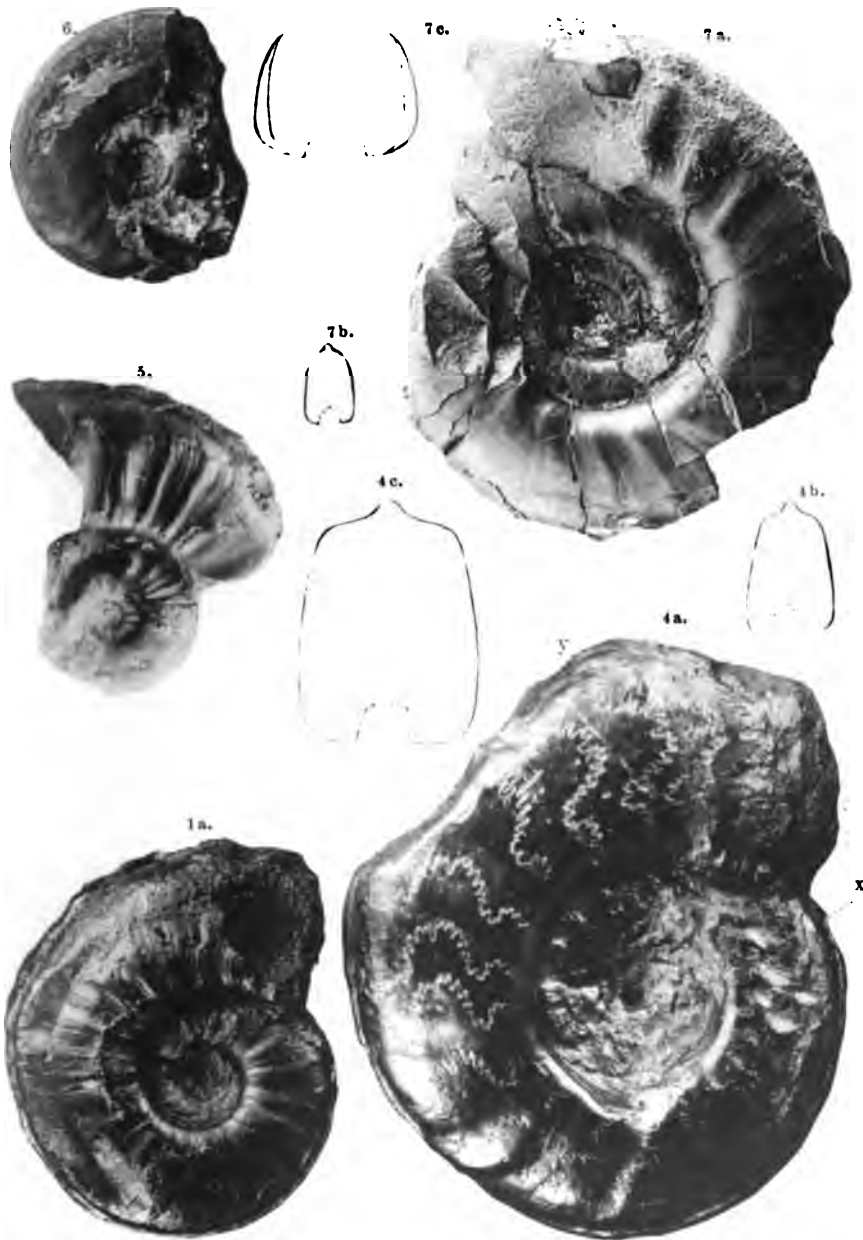
Arietites (Arnioceras?) oncocephalus n. sp. (pag. 230)

Fig. 7. Exemplaire ayant conservé de grandes parties du test. Le dernier tour est occupé par la dernière loge. *a*) Vue de côté. *b*) Section prise au premier quart de l'avant dernier tour. *c*) Section de la partie antérieure du dernier tour.

J. F. Pompeckj.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt.

Ammonites du Sinémurien.

von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

XV

ÉCHANTILLONS DE ROCHES RECUEILLIS ENTRE BENGUELLA ET CATOCO

(Provincia d'Angola)

En 1896, le R. P. Lecomte, de passage à Lisbonne, fit une visite à la Direction des travaux géologiques, où il donna des renseignements fort intéressants sur la géognosie des régions qu'il a si bien étudiées au point de vue géographique, et qu'il a fait connaître par plusieurs notices accompagnées de cartes, publiées par la Société de géographie de Lisbonne.

A son retour en Angola, il envoya à la dite Direction une collection d'échantillons recueillis sur sa route, et dans les environs de Catoco. Ces échantillons sont de très petite taille, ce qui est naturel, vu les difficultés de transport, et ce qui pour quelques roches n'offre pas d'inconvénient. Ils ont été étudiés macroscopiquement par M. Jacinto Pedro Gomes, naturaliste du Musée national qui, à plusieurs reprises, a déjà étudié des roches d'Angola.

1r groupe.—7 échantillons provenant du lieu dit Utchi, à 3 ou 4 heures de Benguella en allant vers Caconda.

Marne très ferrugineuse, stratifiée; un échantillon parait avoir appartenu à un fossile (remplissage de tube).

Rétinite ou felsite vitreuse, provenant incontestablement d'un filon.

Fragment roulé d'hématite compacte.

Gypse fibreux, rougeâtre; un autre échantillon appartient à la variété Sélénite.

Remarque: Ces échantillons ne permettent pas d'émettre une opinion exacte sur l'âge de cette région, mais les marnes et les grès ferrugineux avec filons (?) de rétinite et couches (?) de gypse, paraissent indiquer le Permien ou Rothliegendes des géologues allemands. Karoo?

2° groupe.— Petits cailloux se trouvant un peu partout; 3 échantillons. Quartz commun, quartz laiteux et quartz bleuâtre, de la variété sidéritique.

3° groupe.— 8 échantillons représentant la formation de tout le plateau, entre Sapa jusqu'à Caconda.

6 échantillons de granite biotitique différant les uns des autres par la couleur du feldspath et du quartz, la présence ou l'absence de chlorite.

1 échantillon d'une roche amphibolique compacte (diorite?).

Adinole, roche compacte, altérée, avec veines d'épidote (1 échantillon).

4° groupe.— Grès à ciment ferrugineux, se rencontrant depuis la rivière Bongo sur le chemin de Benguella jusqu'au fleuve Cuéve, vers le 18° de longitude, formant à la surface du sol des affleurements nombreux et étendus, se trouvant sur les terrains les plus variés. C'est la roche la plus répandue.

5° groupe.— Deux échantillons de quartz ordinaire avec talc adhérant, ce dernier forme une argile blanche qui apparait aux sources de quelques ruisseaux.

6° groupe.— Roche formant un monticule près du ruisseau de Catoco, sur la rive gauche du Cubango.

7 échantillons de grès avec fragments brèchiformes d'opale commun. L'opale est généralement un produit secondaire de l'altération des feldspaths de certaines roches volcaniques, mais dans ces exemplaires, il semble que ce sont des fragments non roulés d'opale qui auraient été entourés de sable. Tous présentent une auréole de couleur différente de celle du nucleus et formée peut-être postérieurement. On pourrait donner à cette roche la désignation de «Grès opalifère.»

7° groupe.— Couche superficielle du terrain de la mission de Catoco.

Argile ferrugineuse. Latérite? produit de la décomposition de certaines roches dans les pays tropicaux.

8° groupe.—Schiste chloritique vert, provenant du sol de la mission, et pouvant être la roche ayant donné lieu à l'argile précédente.

Porphyrite? fragment à structure globulaire, et Diorite provenant des environs de la mission.

Le sous-sol de la mission paraît être constitué par des schistes métamorphiques, aux dépens desquels l'érosion (éolienne?) aurait produit une argile ferrugineuse, sol actuel de la mission, entrecoupée par des filons de roche basique.

9° groupe.—Pierres à fusils, près des rivières Cuelei et Cuéve.

Opale déposée par des sources thermales, ressemblant au silex pyromaque, et quartz thermogène (?) contenu dans un grès opalifère.

10° groupe.—Limonite ochracée, minerais de fer le plus utilisé par les indigènes. Il y en a un riche gisement près de la mission de Catoco, un autre près du Cutchi et en plusieurs autres lieux.

11° groupe.—Grès blanc, avec petites taches ferrugineuses, passablement cohérant, représentant les terrains sablonneux qui constituent une grande partie de l'intérieur, surtout au delà du Cuéve. Les échantillons ont été recueillis en deça du Cutchi. Dans les régions sablonneuses on ne rencontre absolument aucune pierre.

12° groupe.—Granite altéré, se décomposant en arène. Rives du Cutato.

13° groupe.—Sept échantillons de schiste ochracé et schiste métamorphique, en partie avec épidote, et un échantillon de quartzite, représentent le terrain entre le Cutchi et le Cuelei.

14° groupe.—Région entre le Cuelei et le Cuéve.—4 échantillons de porphyrite diabasique.

15° groupe.—Environs de la mission de Catoco.

Quartzite de filon et concrétion de mica biotitique ou magnésien.

16° groupe.—Quartzites et micaschistes provenant de Cassinga.

*
* *

En réunissant l'étude de ces échantillons avec les renseignements donnés par M. Lecomte, nous voyons qu'après les *grès gypsifères* de la région sublittorale se trouve un *plateau granitique* avec filons de *roches éruptives basiques* s'étendant de Sapa jusqu'à Caconda (gr. 3), c'est-à-dire sur une largeur d'environ 150 kilomètres, à en juger par la carte des districts de Benguella et de Mossamedes à l'échelle de 1 : 1 000 000.

Nous n'avons pas reçu d'échantillons des montagnes situées entre Caconda et Catoco, montagnes que M. Lecomte nous a signalées comme étant probablement formées par le granite, mais le lit du Cutato montre encore le granite (gr. 12), tandis que le sous-sol de la mission de Catoco (gr. 6, 7, 8, 10 et 15) est formé par des schistes métamorphiques traversés par des filons de roches basiques. Dans ses environs, on trouve aussi des gisements de limonite et un grès opalifère paraissant indiquer la présence de sources thermales, actuellement disparues? Le même minéral se trouve près des rivières Cuelei et Cuéve et est utilisé comme pierre à fusil.

Les roches éruptives basiques se trouvent encore plus à l'Est, jusque près du Cuéve (gr. 14).

Ces schistes métamorphiques se rencontrent en outre à Cassinga (gr. 16), et entre le Cutchi et le Cuéve, tandis que toute la contrée située à l'Est de cette rivière et du Cuanza est formée par un sable blanc dans lequel on ne trouve pas de pierres et qui pourrait correspondre au système de Lubilache de M. Cornet[1]. C'est la région du caoutchouc.

La région à l'Ouest des sables est en majeure partie recouverte par une argile ferrugineuse, avec ou sans grains de sable, plus ou moins entrainée par les torrents, ou par le vent.

Nous avons donc 4 régions bien diverses: 1° la zone littorale avec ses roches d'âge relativement récent, 2° le plateau granitique de-

[1] Le système de Lubilache, distingué par M. Cornet dans le bassin du Congo comme partie supérieure des *formations postprimaires* (grès de Karoo du S E) est formé par des arkoses, des conglomérats et des grès friables, de couleur blanche (Voyez ante p. 114 et 115). Seraient-ce ces sables qui donnent naissance aux dunes que les géologues allemands signalent entre le 17° et le 21° degré de longitude à l'Est de Greenwich et le 19° et le 28° de latitude sud?

puis Sapa jusqu'à Caconda et peut-être jusqu'à Catoco, 3° le plateau de schistes métamorphiques de Catoco-Cassinga jusqu'au Cuéve, et 4° la contrée sablonneuse à l'Est de cette rivière.

Ces données sont assurément encore bien vagues, mais elles laissent pourtant l'idée d'un profil différant de celui que Welwitsch a dessiné entre Mossamèdes et le lac Ivantala[1], l'extension du granite étant beaucoup plus considérable dans le premier. Espérons que le R. P. Lecomte, qui a tant fait pour la topographie de ces régions, nous donnera aussi quelques profils géognostiques, complément indispensable des études géographiques.

*

* *

Antérieurement, la Direction avait reçu d'un autre membre des Missions du Saint-Esprit, le R. P. Antunes, quelques paillettes de *Sulfure de molybdène* qu'un habitant de Mossamèdes l'avait prié de faire examiner; c'est je crois la première fois que ce minéral est signalé dans l'Afrique portugaise.

[1] Communicações da Commissão dos trabalhos geologicos, t. II.

XVI

O BETUME DO LIBOLLO[1]

(Provincia d'Angola)

O *Correio Nacional* de 28 de dezembro de 1896 publicou umas informações àcerca de um jazigo de carvão de pedra encontrado, á flor da terra, n'uma extensão de 6 leguas, pelo sr. padre Carlos, da congregação do Espirito Santo e capellão em Loanda.

Amostras d'esse achado foram remettidas ao sr. padre Rooney, que as entregou no ministerio da marinha, a fim de serem ensaiadas no laboratorio da repartição de minas.

O sr. P. Choffat, que recebeu egualmente exemplares d'aquelle combustivel, pediu-me para o classificar.

O jazigo, segundo o sr. padre Carlos informa, fica a pequena distancia do Baixo Cuanza, na parte navegavel por vapores, entre o Dondo e Loanda.

Por pessoa que tambem conhece aquella localidade, soube que o afloramento acha-se na margem, a poucos metros acima do nivel do Cuanza, e mostra uma espessura de $0^{m},5$ a 1 metro. O jazigo era porém já conhecido em Loanda, e d'elle se fizera em tempo concessão, mas que já caducára.

A verificar-se a presença do carvão de pedra, mesmo que fôra de qualidade mediana, na extensão e local referidos, é manifesta a enorme importancia que adviria á navegação da Africa occidental e em especial áquella colonia.

[1] Este artigo é transcripto da *Revista de Obras publicas e minas*, tom. XXIX, N.os 340 a 342.

Infelizmente a substancia não é carvão de pedra como passo a expor.

A substancia que examinei tem a côr negra de pez, brilho resinoso, é leve e fragil, mostra fractura desegual, umas vezes conchoidal pouco profunda, mais raras vezes estratiforme, esquirolosa ou plana, mas sempre luzente.

Não manifesta estructura organica phytogenica.

O seu risco é castanho escuro, correspondente a 33 d da escala internacional de Radde.

A dureza é cerca de 2,5 da escala de Mohs, o seu peso especifico 1,1.

Queimada ao calor de uma vela ou do gaz produz chamma viva e fuliginosa, com cheiro betuminoso muito desagradavel, intumesce-se extraordinariamente, occupando um volume quatro a cinco vezes maior do primitivo, e dá por fim um coke leve, fragil, muito bolhoso, de brilho baço, difficil de reduzir a cinza.

Aquecida n'um matraz, torna-se semifluida, intumesce-se e desenvolve densos vapores amarellados, que se condensam n'um liquido amarello escuro, e emitte cheiro nauseativo *sui generis*.

Na agua fervente não amollece. É pouco soluvel no espirito de vinho, um tanto mais n'um soluto de potassa caustica, e mais ainda na terebinthina, communicando a todos estes reagentes uma côr de castanha mais ou menos carregada consoante a solubilidade.

As propriedades physicas, pyrognosticas e chimicas mencionadas não concordam, em absoluto, com as da hulha nem com as da lenhite; as do asphalto assemelham-se mais, no emtanto este mineral (aliás um producto de origem organica, ou fossil, que a mineralogia descreve como appendice aos mineraes) não intumesce ao queimar-se.

O mineral mais affin d'esta substancia é a albertite, da qual, porém, differe em o pó e risco d'esta ser negro e o d'aquella castanho. Em casos analogos, quando não ha perfeita concordancia com mineraes conhecidos, é de uso pôr-se um nome ao novo mineral, e o de «libollite», que proponho, parece-me adequado. Para ter jus, porém, a uma nova especie mineral teria de indicar a sua composição chimica, o que me não foi possivel obter, e apenas da analyse no laboratorio da repartição de minas sei que contém 12,7 por cento de cinza e possue um poder calorifico de 4:833 calorias[1].

[1] Para a diagnose d'esta substancia escolhi fragmentos que me pareceram inteiramente puros ou isentos da argilla, que formava veios e nodulos nas amos-

A albertite é em todo o caso muito semelhante a este novo hydrocarbureto, e por isso creio util fazer aqui uma pequena descripção do mineral e da sua occorrencia, para que possa servir de comparação á sua genese e a uma possivel exploração da libollite.

Antes, porém, devo mencionar que nos Estados Unidos da America do Norte teem-se descoberto muitos mineraes semelhantes ao asphalto e que se poderiam denominar asphaltites, conhecidos pelos nomes de albertite, grahamite, wurtzilite e outros.

Á albertite adveiu-lhe o nome por ter sido descoberta perto de Hilsborough, no condado de Albert, no Novo Brunswick.

Wetherill foi quem primeiro a descreveu sob o nome de melanoasphalto. Este mineral, semelhante ao asphalto, apparece perto de Hilsborough em fórma de ramificações e veios que partem de um filão.

A lavra d'este jazigo attingiu já 1:000 pés de profundidade, conservando sempre a mesma espessura.

O pó negro da albertite funde-se ao calor, produzindo grande quantidade de gazes combustiveis e um coke leve e voluminoso.

Wetherill dá-lhe a seguinte composição chimica:

86 C — 8,9 H — 2,9 N — 1.9 O — e 0,1 cinza.

Hitchcock julga que a albertite foi originada pelo petroleo injectado nas fendas da rocha, emquanto que Peckham acredita antes que o betume das rochas subjacentes teria sido distillado e condensado n'essas fendas.

A grahamite da Virginia occidental, semelhante á anterior, apparece egualmente como enchimento de fendas.

Segundo Dana, o filão de albertite atravessa as rochas do Old red sandstone (devonico).

O afloramento do Libollo será o de um filão, isto é, de uma fenda

tras que recebi e nas que foram enviadas ao laboratorio da repartição de minas. Nas experiencias a que procedi reparei que o residuo mineral era insignificante em relação ao fragmento incinerado. Outro tanto não se deu com a analyse no laboratorio, porque alli encontraram o extraordinario teor de 12,7 por cento de cinza, o que altera completamente a sua constituição chimica.

A divergencia porém explica-se facilmente. A mim competia-me descrever a substancia pura, emquanto que no laboratorio entenderam que se tratava de uma analyse industrial de um combustivel e ensaiaram-n'o tal como a mandaram de Africa. Da grande quantidade de argilla resultou a diminuta força calorifica encontrada na analyse da libollite.

produzida posteriormente na rocha continente, ou o de uma camada, e n'este caso de formação successiva ás rochas encaixantes? Não posso affirmal'o, mas ao que me informam, as rochas d'aquella região são paleozoicas antigas, e n'este caso poderia haver alguma analogia entre os jazigos do Libollo e os da America do Norte.

O asphalto, o betume e o petroleo são mineraes intimamente relacionados, e o ultimo, sendo já um producto de alteração, como adeante referirei, parece ser a origem dos primeiros.

Dana, no «System of mineralogy», pag. 1:015, diz que o petroleo passa por gradações insensiveis a pittasphalto ou maltha (betume visquido) e em seguida insensivelmente a asphalto ou betume solido.

O dr. Victor Uhlig, n'uma conferencia sobre «O petroleo», feita em 1886 perante a *Sociedade para a divulgação das sciencias naturaes de Vienna*, diz: «O petroleo puro é constituido pelo carboneo e pelo hydrogeneo; não é porém um composto simples, mas uma mistura de carburetos de hydrogeneo com densidades, pontos de ebulição e de inflammação differentes. Assim distinguem-se oleos pesados e leves; os primeiros de côres carregadas, formam uma serie que pelo betume semifluido conduz ao asphalto, emquanto que a serie dos leves tem por producto extremo os gazes inflammaveis. Dos grés betuminiferos de Carvide, perto de Leiria, colhia-se um betume tão liquido que se accumulava nas caldeiras dos poços. Os productos de distillação eram: gazes inflammaveis, com que se illuminava a officina, um liquido semelhante ao petroleo e um grande residuo de asphalto.

Na bacia siluriana do centro da Bohemia, região classica estudada pelo eminente geologo francez Joachim Barrande, que nos legou a mais monumental monographia paleontologica que se ha escripto até hoje, n'essa bacia geologica a maior parte dos subandares ou bandas, sobretudo o $E.e_2$ contém camadas, infiltradas de petroleo e betume (Dr. J. J. John «Zur Frage über die Bildung des Erdöls»).

As cavidades dos septarios (Lobolithos), que alli se encontram, conteem algum petroleo de côr verdoenga[1], que depressa se solidifica, quando exposto ao ar, tornando-se n'uma massa negra, amorpha, semelhante ao asphalto. O petroleo é acompanhado pelo betume, e caso bastante notavel, tambem pela anthracite. Esta occorre em pequenas massas e veios de nenhuma importancia industrial, mas o interessante

[1] A titulo de curiosidade referirei que os cabouqueiros denominam o betume, manteiga de montanha (Bergbutter) e como tal a usam sobre o pão ou a chupam da pedra, attribuindo-lhe virtudes salutares.

é ella apparecer como enchimento de cavidades de fosseis animaes, que em vida não continham quantidade apreciavel de materia organica. Barrande encontrou as camaras de muitos Orthoceras repletas de anthracite[1]. Ora é de notar que o unico actual representante dos Nautilideos (a que pertence o Orthoceras) é o Nautilus Pompilius, animal, de concha enrolada n'um plano, que, conforme cresce, vae fechando successivamente os espaços que o não podem conter e que lhes ficam servindo de boia de fluctuação.

D'esta propriedade advem-lhes a designação de camaras de ar, o que implica a completa ausencia de substancia organica n'essas cavidades.

Os Lobolithos são hoje considerados orgãos natatorios ou melhor suspensorios de um crinoide (do Scaphiocrinus elegans, Zenck), e eram provavelmente constituidos por substancia não de todo impenetravel ao petroleo que mais tarde as envolveu, e ahi se transformou em betume e em anthracite.

A anthracite é, como todos sabem, um carvão denso, amorpho, de brilho semimetallico, fractura conchoidal e côr negra de pez. A sua composição média é 95 C — 2,5 H — 2,5 O, em quanto que a hulha, tambem em média, contém 82 C — 5 H — 13 O (Muck Steinkohlen Chemie).

Esta ao queimar-se produz chamma, emquanto que a anthracite porta-se como o coke, isto é, parece ter soffrido, como este, distillação dos seus productos volateis, e é por este modo que os geologos explicam a formação da anthracite. Os seus depositos são geralmente analogos aos da hulha. Ambos se encontram formando camadas de origem phytogenica, no emtanto conhecem-se alguns raros jazigos, nos quaes a anthracite apparece como enchimento de fendas e que difficilmente teriam a mesma genese.

Ora uma substancia solida como a que acabei de descrever e em quantidades tão apreciaveis, só poderia introduzir-se no estado liquido atravez do sipho dos Orthoceras (estreito tubo que põe em communicação as camaras de ar dos Cephalopodes tetrabranchiados) ou atravez das paredes dos Lobolithos, solidificando-se em seguida por processos de alteração devidos a pressões geotechtonicas, vizinhança de focos vulcanicos ou como quer que se expliquem.

[1] No siluriano superior do Valle da Ursa, concelho de Ferreira do Zezere, encontrei muitos Orthoceras cf. potens Barr., que offereciam a mesma singularidade de repleção. Exemplares d'esta procedencia podem vêr-se na collecção de Portugal, no museu nacional.

Em todo o caso a genese d'esta anthracite não é a mesma da encontrada, por exemplo, na vasta região dos Appalaches, ou na mina de S. Pedro da Cova, perto do Porto, onde os fosseis vegetaes (os de S. Pedro da Cova, descriptos pelo dr. Bernardino Gomes) abundam e attestam a sua procedencia vegetal.

A anthracite pode pois ser um producto resultante da distillação de substancia vegetal, ou um producto final, passando pelo estado de betume e asphalto, da alteração do petroleo, e é mais um exemplo de como a natureza usa muitas vezes de diversos processos para produzir uma mesma substancia.

Se o petroleo parece ser a origem das substancias acima enumeradas, é interessante averiguar-se o que os geologos pensam da sua formação.

Tem havido grande controversia sobre este assumpto.

Attribuiram-n'a uns á combinação do hydrogeneo e carboneo no interior do globo e explicaram-n'a de diversos modos, outros á distillação de depositos vegetaes.

Mas a circumstancia notavel de quasi todos os jazigos petroliferos serem acompanhados por innumeros fosseis animaes (Mansfeld, Boll, Bohemia, etc.), com exclusão completa de vegetaes, chamou a attenção dos geologos para a possivel origem animal, e a descoberta do petroleo no estado nascente, feita pelo dr. Fraas na costa do Mar Vermelho, mais corroborou esta opinião, hoje acceita pela maioria dos geologos.

O dr. Fraas observou nos bancos de coraes de Djebel Zeit, perto de El-Tor, uns pequenos orificios que continham petroleo a pouca distancia do mar. A agua n'esses orificios conservava-se ao nivel da do mar, e atravez d'ella viam-se borbotar bolhas de gazes fetidos, que deixavam na sua superficie um liquido castanho-verdoengo, opalescente, que certamente provinha do banco de coraes. Segundo este geologo, não pode haver duvida que o petroleo é alli produzido pela decomposição dos muitos organismos marinhos que povoam as lagunas contidas entre os bancos de coraes[1].

Pelo que acabo de referir sobre a intima relação entre o petroleo, o betume e o asphalto, e em certos casos a anthracite, creio que Hitchcock tem razão quando attribue a formação da albertite á introducção do petroleo nas fendas das rochas de Hilsborough.

A libollite, mineral muito semelhante á albertite, tem provavelmente uma genese egual.

[1] Victor Uhlig, loc. cit.

Á geologia incumbe prescrutar a origem dos diversos constituintes da crusta terrestre, ao mineiro iniciar-se n'aquelles estudos, porque das differentes geneses resultam diversos modos de pesquizar e de lavrar esses jazigos, mas o industrial e a economia publica pretendem saber da utilidade industrial de um mineral, do seu valor commercial, da sua quantidade exploravel e do custeio da sua exploração.

Escuso de insistir que o mineral encontrado no Libollo pelo sr. padre Carlos não é nem carvão de pedra, nem lenhite, é porém um combustivel que jámais poderia substituir aquelles carvões, mas que talvez fosse aproveitavel em gazogeneos especiaes. Poderia talvez tambem servir para o fabrico de gaz illuminante e é esta uma questão a estudar-se.

Creio, porém, que o uso predominante d'este mineral deverá ser o que se costuma dar ao asphalto, isto é: o revestimento de pavimentos, paredes e coberturas de edificios, para os abrigar da humidade e dos animaes damninhos, no lutamento de tubagens, tanques, etc. Não sei se o clima tropical da Africa permittirá a applicação de uma substancia que facilmente amollece a uma temperatura de 40°, sei porém que na Europa é muito procurada para differentes usos, e que conviria enviar amostras para diversos paizes a fim de conhecer o seu valor venal.

Se a origem da libollite é, como parece, semelhante á da albertite, é muito de suppor que a riqueza do jazigo, visto a sua grande extensão no afloramento, continue como em Hilsborough, até grande profundidade.

Quanto ás condições de lavra e seu custo nada posso dizer pelo nenhum conhecimento que tenho da localidade.

Lisboa, 20 de janeiro de 1898.

Jacinto Pedro Gomes

XVII

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE LITHOLOGIQUE, MICROSCOPIQUE ET CHIMIQUE DES ROCHES SÉDIMENTAIRES SECONDAIRES ET TERTIAIRES DU PORTUGAL

PAR

M. BLEICHER
Professeur à l'Université de Nancy

Dans le courant des années 1895, 1896, 1897, MM. Paul Choffat et A. J. Berkeley Cotter nous adressaient des séries de roches sédimentaires, secondaires et tertiaires du Portugal, pour les étudier aux points de vue lithologique et microscopique.

C'est le résultat de ces recherches qui se trouve consigné dans ce travail.

Ces roches se répartissent comme suit:

Série tria-jurassique

Trois du Trias et de l'Infralias, 1, 55, 56.
Deux du Sinémurien (Couches de Coimbre), 2, 3.
Une des dolomies entre le Trias et le Bathonien de l'Algarve, 5.
Quatre du Toarcien, 4, 6, 8, 57.
Quatre du Bajocien (Dogger), 7, 10, 11, 62.
Une du Bajocien ou Bathonien, 9.
Cinq du Bathonien, 12, 13, (17, 18, 19)?.
Trois du Callovien, 14, 15, 16.

Lusitanien (Oxfordien et Séquanien): Sept des calcaires oxfordiens, 33 à 39; sept de calcaires de divers niveaux, 27 à 32 et 58; sept des marnes d'Abadia, 20 à 26; quatre de la série à lignites de Batalha (Lusitanien supérieur), 40 à 43.

Cinq du Malm supérieur, 44, 45, 46, 47, 48.

Série crétacique

Une du Hauterivien, 63.

Une de l'Urgonien, 64.

Une des couches à *Ostrea pseudo-Africana*, 65.

Dix des couches à *Pterocera incerta*, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75.

Une des couches à *Neolobites Vibrayeanus*, 76.

Une des couches à *Anorthopygus Michelini*, 77.

Six des calcaires à *Sphærulites* du Turonien, 78, 79, 80, 82, 83, 84.

Une du Turonien à faciès ammonitique, 81.

Huit du Turonien supérieur à ce calcaire, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93.

Dix du Sénonien saumâtre, 50, 51, 52, 53, 54, 94, 95, 96, 97, 98.

Série tertiaire

Un certain nombre de roches empâtant du Crétacique, ou complètement crétaciques? 59, 60, 61.

Sept échantillons de l'Oligocène lacustre, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Sept échantillons de calcaire lacustre sans fossiles, oligocène ou miocène, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116.

Cinquante deux du Miocénique moyen marin, 8, 9, 10, 11, 12, 12 A, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 22 A, 23 à 57.

Treize du lacustre synchronique des couches précédentes, 58 à 70.

Il faut ajouter à ces trois séries, composées d'échantillons sériés suivant l'ordre stratigraphique, un certain nombre de roches vérifiées comme dolomitiques, de diverses provenances, dont l'énumération suit[1]:

Sept échantillons de l'Infrà-lias, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8.

Sept échantillons des couches de Coïmbre, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18.

Deux du Lias 20?, 22.

Un du Lusitanien supérieur, 24.

Deux du Crétacique cénomanien, 27, 33.

[1] Même numérotation que dans l'article de M. Choffat sur les Dolomies des terrains mésozoïques du Portugal.

Deux du Turonien, 30, 31.

En résumé: 53 roches tria-jurassiques; 41 crétaciques; 82 tertiaires; 21 dolomitiques de différents niveaux. Total 197.

Presque tous les niveaux géologiques jurassiques, crétacés et tertiaires représentés en Portugal se rencontrent sur cette liste.

Les calcaires dominent, sous toutes leurs formes, cristallins, oolithiques, gréseux, marneux, schisteux. Les conglomérats, nodules, s'y trouvent fréquemment, ainsi que les calcaires dolomitiques récemment étudiés par M. Choffat dans sa Note sur les dolomies des terrains mésozoïques du Portugal. Viennent ensuite, par ordre de fréquence, les marnes, sables, grès, arkoses, schistes siliceux. Il suit de cette énumération sommaire que les mêmes procédés d'analyse n'ont pas été applicables à tous les échantillons soumis à nos recherches.

Les calcaires, les dolomies, ont été plus particulièrement étudiés que les roches de nature argileuse ou sableuse. Dans bien des cas, les coupes minces n'ont pas suffi pour se rendre compte de leur composition, et des essais chimiques ont dû être faits. Les résultats de ces observations, échantillon par échantillon, forment la partie essentielle de ce travail, qui se trouve complété par les conclusions qui en découlent naturellement.

Série tria-jurassique

Du Trias au Callovien

N.° 1.—Banc dur au milieu des graviers triasiques.—*Larçã.*—Coupe: roche d'arkose à ciment siliceux rosé, avec grains de quartz gros, anguleux, peu roulés, de feldspath assez abondants, probablement oligoclase et orthose; mica rare. Le quartz est hyalin; on y remarque des trainées de bulles, des aiguilles très fines, et des cristaux de zircon selon toute probabilité.

N.° 55.—Infralias.—*S. Thiago de Cacem.*—Calcaire gris rosé, formé de grains cristallins fins, aux contours irréguliers difficiles à délimiter, parsemés de taches noires attribuables à de la pyrite ou à une matière bitumineuse.

N.° 56.—Id., id.—Calcaire de structure finement oolithique, mais dont les oolithes, de très petit calibre, sont colorées par l'oxyde de fer, de manière à ne pas laisser deviner le corps central organisé.

Quelques débris de test de coquilles les accompagnent, et le tout est réuni par un ciment cristallin grenu.

N.° 2.—Lias inférieur (couches de Coimbra).—*Vacariça*.—Marne durcie, riche en débris de coquilles bivalves, foraminifères, encrines, paraissant avoir été plus ou moins dolomitisés; ciment calcaire cristallin, riche en pyrite de fer plus ou moins décomposé.

Outre les débris d'organismes ci-dessus indiqués, il y a des étoiles à 8 branches, des sections transversales et longitudinales de tubes ayant appartenu à des organismes d'interprétation impossible.

N.° 3.—Id.—*Cesareda*.—Roche calcaire cristalline, criblée de petits trous qui ne sont autre chose que des vides laissés par la disparition de débris organiques, surtout de coquilles bivalves à test mince; avec ébauches d'oolithes formées d'un corps central à structure non discernable, et d'une couche de calcaire non zoné. Cette roche, qui par son apparence rappelle celles du même niveau en Lorraine, a dû être très riche en organismes fragmentés qui ont disparu par dissolution, ou se sont dolomitisés.

N.° 5.—Dolomies entre le Trias et le Bathonien.—*Silves en Algarve*.—Dolomie de couleur rosée. A la loupe, on reconnait qu'elle est complètement cristalline, et l'examen microscopique confirme ce premier aperçu. La présence de corps figurés, de nature organique, semble être démontrée par des sections rectangulaires qui rappellent celles des articles de crinoïdes. Des cristaux rhomboédriques, souvent grands et nets, à clivages, dont le centre est opaque, tandis que leurs parties extérieures sont hyalines, se développent par places entre des masses mamelonnées, mais formant un aggrégat cristallin plus opaque dans lequel on discerne des formes rhomboédriques.

N.° 4.—Toarcien de *Peniche*.—Roche calcaire gréseuse, avec articles de pentacrines saillants, grains de quartz anguleux assez gros, rares lamelles de mica; très ferrugineuse. Les débris d'organismes y sont rares et, çà et là, on y trouve des parties d'oolithes dont quelques-unes montrent un corps central de nature organique, des couches concentriques régulières; d'autres ne sont qu'ébauchées. Il y existe, enfin, quelques rares débris organiques non entourés de calcaire; le tout dans un ciment calcaire qui empâte les oolithes et les grains de quartz.

N.° 6.—Toarcien de *Peniche* (arénacé).—Grès grossier, à ciment calcaire, à grains inégaux de quartz ne dépassant pas 5 mill. de diamètre, et plus petits, les uns roulés, les autres anguleux; quelques débris de crinoïdes plus ou moins bien conservés.

N.° 8.—Toarcien de *Thomar*.—Calcaire blanc, de structure imparfaitement oolithique. Quelques débris de foraminifères, de coquilles, y sont reconnaissables ou milieu d'autres très nombreux dont la structure n'a pas été conservée. La coque des oolithes n'a pas de couches concentriques, et le corps central pas de structure organique visible. Un ciment grenu, cristallin, réunit ces éléments.

La coloration par le bleu méthylique a été essayée sur cette roche; elle a donné quelques résultats au point de vue de l'étude de sa structure.

N.° 7.—Bajocien de l'*Arrabida*.—Calcaire dolomitique à moules de fossiles très abondants. D'après les coupes, ce calcaire paraît composé d'un ciment cristallin grenu, plus ou moins opaque, au milieu duquel apparaissent des masses arrondies très nombreuses, plus claires, parce qu'elles sont formées de cristaux rhomboédriques assez gros, bien isolés dans certains cas, enchevêtrés dans d'autres, qui selon toute probabilité sont de la dolomie. Des bandes cristallines de même nature représentent, sans doute le test des coquilles qui a subi la même transformation.

N.° 10.—Id.—*Ançã*.—Roche calcaire à grain très fin, complètement formée de débris organiques extrêmement menus et non déterminables, de coquilles désintégrées probablement, de crinoïdes peut-être? au milieu d'un ciment grenu, cristallin, très fin, dans lequel il sont fondus.

N.° 11.—Id., à facies alpin.—*Cesareda*.—Calcaire compact, esquilleux, riche en fossiles entiers, et surtout en débris très menus et très désintégrés, foraminifères, polypiers? La coupe d'un petit gastropode montre, dans son intérieur, des amas de petits bivalves embryonnaires, ou de Cypris; tous ces corps figurés sont entourés d'une mince couche de calcaire.

N.° 62.—(Pl. I, fig. 1).—Quartz bipyramidé formant des masses dans le dogger, près de *Cantanhède*.—Les coupes y montrent une structure tout-à-fait particulière: des zones hyalines cristallines, et des zones jaunies par le fer; le tout traversé de baguettes brunes entrecroisées rappelant par leur association les spicules de spongiaires.

N.° 9.—Bajocien ou Bathonien de *Matas* (Degracias).—Calcaire marmoréen couleur de chair, tacheté, esquilleux, cristallin, composé, suivant les coupes, d'un ciment cristallin grenu, abondant, au milieu duquel paraissent des débris de coquilles et de nombreux foraminifères entiers, assez gros, du type *Textularia*, complètement fondus dans le ciment.

N.° 12.—(Pl. I, fig. 2).—Bathonien de *Serra do Bouro*.—Calcaire oolithique blanc, typique, avec oolithes ayant un corps central de nature organique, quelquefois déterminable, avec couches concentriques admettant dans leur structure des organismes ou fragments d'organismes, comme dans le Bathonien de Lorraine. Ciment extrêmement développé et de structure fibro-radiée bien nette, partant de la surface des oolithes pour aller au devant du système fibro-radié des oolithes voisines; lignes de suture des deux systèmes bien visibles sur les coupes et sur les photographies. Dans certaines parties de la préparation, entre les lignes de suture, il y a une couche intermédiaire cristalline spathique, qui paraît s'être formée en dernier lieu.

N.° 13.—(Pl. II. fig. 3).—Bathonien de *Saint-Sébastien* (Porto de Moz).—Calcaire oolithique blanc, à oolithes très fines et bien calibrées, ayant souvent pour centre des foraminifères entiers, de différents types, probablement des débris de polypiers, plus rarement de coquilles. Le ciment, ici, ne présente, au moins sur notre préparation, la structure fibro-radiée que sur les bords mêmes des oolithes.

N.° 17.—Bathonien? de *Loulé*[1].—Calcaire jaune rougeâtre, esquilleux, d'apparence bréchoïde, constitué par des grumeaux de calcaire grenu cristallin coloré plus ou moins par l'hydroxyde de fer, et plus ou moins régulièrement sphériques, au milieu d'un ciment cristallin spathique bien hyalin. Pas de traces de fossiles.

N.° 18.—Id., id.—Calcaire jaune rougeâtre esquilleux, bréchoïde, avec veinules nombreuses de calcite cristalline, identique au n.° 17.

N.° 19.—Id., id.—Roche identique aux n.os 17 et 18.

N.° 14.—Callovien supérieur. Couches à crinoïdes.—*Cesareda*.—Roche calcaire sableuse, à grains très fins, avec tiges d'encrines. Cette roche paraît formée de très menus débris de crinoïdes et de polypiers complètement désintégrés, dont quelques-uns seulement ont conservé des traces de leur structure primitive, de débris de coquilles spathisés, de très rares foraminifères.

N.° 15.—Id., id.—Roche calcaire oolithique, avec oolithes normales ayant une écorce en couches concentriques fibro-radiées et un corps central le plus souvent, avec trace de structure organique; ciment cristallin très développé, mais purement spathique, lamellaire. Le ciment paraît donc s'être déposé dans des conditions différentes que dans le cas typique du n.° 12.

[1] M. Choffat est porté à considérer ces calcaires comme un produit de décomposition sur place. (Voyez: Sud du Sado, p. 245, dernier paragraphe.

N.° 16.—Callovien de *Sagres*.—Calcaire jaune bréchoïde, ferrugineux, avec fossiles nombreux, sans traces d'oolithes, mais avec nombreux fragments de crinoïdes, probablement de brachiopodes, et de coquilles, ayant tous leur structure assez bien conservée, dans un ciment cristallin grenu.

Malm inférieur

N.° 58.—(Pl. VII, fig. 14).—Calcaire dolomitique cristallin vacuolaire, avec empreintes de fossiles, composé d'un aggrégat cristallin opaque, plus ou moins mamelonné, ou disposé en petites masses arrondies, dans les intervalles duquel se sont développés des cristaux rhomboédriques basés, rarement hyalins, souvent avec taches noires orientées suivant les clivages; ceux-ci étant souvent visibles. Cette structure rappelle assez exactement celle du n.° 5.—Entre Loulé et S. João, couche 8 de la coupe Choffat, publiée.

N.° 20.— *Cabanas de Torres*.—Nodule ferrugineux.

N.° 21.— *Abbadia*.—Marnes schisteuses, très calcaires, à *Daonella*. Après ébullition et traîtement par l'eau de Seltz: fragments de test, probablement de *Daonella*, granulations calcaires; quelques tubes; rien de déterminable comme organisme.

N.° 22.—Id.—Calcaire marneux ferrugineux, très riche en débris d'échinodermes, de bivalves et d'univalves, dont les sections sont parfaitement conservées et à peine corrodées sur leurs bords. Ces corps figurés sont plongés dans un ciment grenu très fin, calcaire, au milieu duquel s'est infiltré une matière brune probablement silico-ferrugineuse.

N.° 23.—*Quinta da Portucheira*.—Roche marneuse, un peu sableuse, avec fossiles nombreux, à l'état de moules. Après dissociation, on n'y rencontre que de très rares fragments de test de coquilles, grenus, cristallins, plus ou moins désintégrés.

N.° 24.—*Arruda*.—Grès calcaire à plantes, fortement micacé; pâte composée de calcaire cristallin servant de ciment, avec nombreux grains de quartz anguleux assez fins. Lames de mica, et ébauches de petites oolithes avec corps central à peine entouré d'une couche de calcite.

N.° 25.—*Ramalhão*.—Schistes gris bleuâtres, à *Daonella;* après ébullition et traitement par l'eau de Seltz: débris de test de coquilles de *Daonella* plus ou moins ferrugineux.

N.° 26.— *Valle de Porcas*.—Calcaire noir, esquilleux, composé de parties plus ou moins colorées, aux contours arrondis mamelonnés et zonés, avec rares débris charbonneux et cristaux de pyrite abondants.

N.° 27.—Lusitanien coralligène du *Monte Junto*.—Calcaire d'apparence oolithique, complètement composé de débris organiques très menus, rarement d'organismes entiers (foraminifères, gastropodes) à peine entourés d'une mince couche de calcaire, d'ébauches de petites oolithes, au milieu d'un ciment calcaire cristallin très fortement pyriteux.

N.° 28.—Lusitanien de *Pena Secca*, (Cesareda).—Roche grise, calcaire, formée d'éléments détritiques calcaires, arrondis, de différentes tailles, de grains de quartz hyalins, anguleux et bipyramidés, d'ébauches d'oolithes, de petites masses siliceuses, de masses argileuses vertes, réunis par un ciment calcaire siliceux peu abondant.

N.° 29.—Id.— *Cesareda*.—Marne de couleur ocreuse, sableuse, riche en moules de bivalves, quartzeuse et micacée, à peine calcaire.

N.° 30.—Id., id.—Calcaire marneux gris-noir, à structure oolithique. On y distingue: 1.° des oolithes normales avec corps central organique (fragment de coquille, de bryozoaire, de radiole d'échinide) et débris organiques non déterminables incorporés dans les couches concentriques; 2.° des masses blanches siliceuses, mamelonnées, rameuses, le tout au milieu d'un ciment cristallin rempli de débris organiques très menus et d'ébauches d'oolithes.

N.° 31.—Id.—Roche oolithique de couleur jaune, complètement formée d'oolithes typiques, mais avec corps central organique peu distincts, sauf sur quelques-unes, par suite d'imprégnation ferrugineuse. Les couches concentriques, très épaisses, ont englobé de petits fragments d'organismes. Ciment grenu, cristallin, sali par le fer, mais rempli de mouches siliceuses, blanches, grenues.

N.° 32.—Id., id.—Niveau à *Opistobranches*.—Roche calcaire grise, finement oolithique, un peu micacée, complètement formée d'oolithes typiques, avec corps central ayant rarement conservé sa structure, polypiers, coquilles de lamellibranches probablement, sans corps organiques interposés dans les couches concentriques; ciment peu abondant, nettement cristallin spathique; rares paillettes de mica.

N.° 33.—Lusitanien de *Cabaço*.—Calcaire marneux noir, formé d'une bouillie calcaire finement grenue, au milieu de laquelle apparaissent de nombreux débris, très menus et très désintégrés, de coquilles, avec des foraminifères? et des débris végétaux charbonneux, dont quelques-uns ont conservé une forme bien arrêtée.

N.° 34.—Id., id.—Calcaire gris, taché de points blancs siliceux, complètement formé de débris organiques usés, arrondis et revêtus d'une mince couche de calcaire, dont quelques-uns appartiennent évi-

demment à des échinodermes. Ciment calcaire sali par l'hydroxyde de fer.

N.° 35.— Id., id.— Calcaire noir marneux, esquilleux, complètement formé d'une bouillie calcaire très ferrugineuse, au milieu de laquelle on reconnaît de nombreux débris végétaux, charbonneux, indéterminables.

N.° 36.— Id.— Calcaire jaunâtre composé de débris organiques, tests de coquilles non désintégré, au milieu d'un ciment vacuolaire peu abondant, très bien cristallisé en rhomboèdres basés, hyalins.

N.° 37.— Id.— Calcaire blanc jaunâtre, composé de débris menus, plus ou moins anguleux, d'organismes tels que coquilles, crinoïdes, au milieu d'un ciment très abondant et très spathique.

N.° 38.— Id.— Rognon siliceux blanc, crayeux à la surface, formé de sphérules de silex radié, laissant entre elles des vacuoles.

N.° 39.— Lusitanien de *Cabanas de Torres*.— Roche calcareo-siliceuse grise, de structure fibro-radiée, constituée par des nodules siliceux fibro-radiés, soudés les uns aux autres, avec, par places, des tronçons de spicules qui traversent la masse.

N.° 40.— Série à lignites de *Batalha* (Lusitanien supérieur).— Nodule calcaire ferrugineux, duquel il n'y a rien à tirer.

N.° 41.— Id.— Nodule de calcaire marneux brun, avec infiltration de calcite, formé de grains, extrêmement fins, de calcaire, réunis par un ciment très abondant, argilo-siliceux, tout imprégné de fer hydroxydé, de bitume peut-être, avec traces douteuses de débris de fossiles.

N.° 42.— Id., id.— Calcaire bitumineux noir, gréseux, micacé, avec débris organiques roulés, de foraminifères, de crinoïdes, plus ou moins imprégnés d'une matière bitumineuse ou charbonneuse; grains petits, et assez roulés, de quartz; lamelles de mica; grains verts chloritiques; grains blancs, de calcédoine probablement. Le tout dans un ciment peu abondant et sali par la matière charbonneuse.

N.° 43.— Id.— Calcaire noir, bitumineux, plus fortement gréseux que le précédent, de même composition, mais avec mica plus rare; grains de quartz plus anguleux, plus gros et bien plus abondants; grains blancs calcédonieux; rares débris organiques. Le tout imprégné ou revêtu, plus ou moins, de matière bitumineuse qui a pénétré dans le ciment formé de calcite spathique, et en colore par places les éléments cristallins.

Malm supérieur

N.° 44.—Conglomérat de l'*Arrabida*.—Conglomérat calcaire, rouge-jaunâtre, à ciment calcitique. Les éléments sont plus ou moins gros, et colorés par l'oxyde de fer. La coupe d'un de ces cailloux inclus, nous a donné une roche formée de nombreux débris organiques, surtout de foraminifères, non ou à peine entourés de couches concentriques de calcite, dans un ciment spathique hyalin très abondant.

N.° 45.— *Serra de San Luiz*.— Calcaire d'eau douce?— Calcaire noir bitumineux, très faiblement gréseux, du type 43 et 42, riche en organismes, natices ou néritines? entières, et en fragments, foraminifères, etc., plus ou moins imprégnés de matière bitumineuse ou charbonneuse, dans un ciment peu distinct silico-calcaire, avec quelques grains de quartz, de calcédoine.

N.° 46.— *Casaes Gallegos*.— Calcaire compact, jaunâtre ferrugineux, composé uniquement d'oolithes simples, sans débris organiques intercalés dans la coque, avec corps central souvent visible; foraminifères dans un ciment cristallin abondant.

N.° 47.—*Moinho do Bairro*.— Calcaire marneux, jaune roux, avec grandes concrétions zonées, formé de grains calcaires très fins réunis par un ciment silico-ferrugineux, sans trace de centre d'attraction.

N.° 48.—*Fort d'Alqueidão*.— Marne brune, à nodules globulaires (contact de l'ophite). Cette marne est très pyriteuse, et contient des débris végétaux charbonneux. Les nodules ont comme centre un agglomérat de cristaux de pyrite de fer et, tout autour de ce centre, on constate dans la marne calcaréo-argileuse avec rares débris organiques de test de coquilles, des cristaux cubiques de pyrite. Nous ne voyons donc pas là un effet de voisinage de l'ophite. Les nodules sont limités par une couche très mince d'oxyde de fer, et probablement manganésifère.

Série crétacique

Du Hauterivien au Cénomanien

N.° 63.— Hauterivien.— *Mexilhoeira*, couche 9.— Roche ferrugineuse grenue, finement oolithique, avec un fragment d'ammonite. Fortement calcaire, composée de vrais oolithes ferrugineuses, bien calibrées et petites, à coque siliceuse, qui restent comme résidu plus ou

moins décoloré par l'action de l'eau régale prolongée quelques jours, dont le centre, rarement conservé, a dû probablement être calcaire, et formé souvent de foraminifères réunis par un ciment silico-ferrugineux et calcaire. En résumé la composition de cette roche se rapproche beaucoup de celle du minerai de fer oolithique de Lorraine, mais elle est plus calcaire que les parties de ce minerai exploité.

N.° 64.—Urgonien.—*Fortin de Guincho.*—Calcaire gris-noir, veiné de parties cristallines, complètement formé de débris, plus ou moins menus, de coquilles, probablement de Rudistes, et colorés en brun foncé, au milieu d'un ciment calcaire spathique hyalin, formant de belles plages avec joints, cassures et clivages.

N.° 65.—(Pl. II, fig. 4).—Trois échantillons des couches à *Ostrea pseudo-africana.*—Environs de *Bellas* (couche 12 de la coupe de *Valle de Figueira* au *Pendão).*—Calcaires plus ou moins complètement formés de Cypris ou Bairdia, avec débris de coquilles de mollusques, fragments d'os. Le mode de formation du ciment qui remplit les valves de Cypris et occupe leurs intervalles est très visible.

N.° 66.—Couches à *Pterocera incerta.*—*Meirinhas.*—Couche 6. Roche calcaire jaunâtre, avec lames spathiques miroitantes. Complètement formée de débris de tests de coquilles, spathisés, à clivages nets, au milieu d'une boue calcaire grenue ferrugineuse, avec quelques grains de sable quartzeux (résidu par les acides).

N.° 67.—Id.—Calcaire gréseux, formé de débris organiques. Fragments de tests de coquilles, plus ou moins désintégrés, de foraminifères entiers, de petits grains de quartz anguleux, de feldspath? au milieu d'un ciment cristallin, grenu, calcaire.

N.° 68 (base).—Id.—Calcaire grenu, à peine gréseux, composé d'une infinité de débris menus de coquilles, de foraminifères entiers très petits, de types variés, mais surtout de milliolites, avec nombreux grains de quartz menus, anguleux, au milieu d'un ciment grenu, cristallin, très fin.

N.° 69 (sommet).—Calcaire à peine gréseux, constitué par des débris de tests de coquilles extrêmement abondants, de crinoïdes, de foraminifères plus ou moins roulés et entourés d'un dépôt superficiel calcareo-siliceux, avec un certain nombre de petits grains de quartz anguleux, au milieu d'un ciment spathique très développé.

N.° 70.—Id.—*Alcantara.*—Calcaire blanc jaunâtre, grenu, cristallin, vacuolaire, rempli de moules de coquilles indéterminables. Composé de débris de coquilles et de coquilles entières dont le test spathique est rarement conservé, laissant des cavités où pointent des cris-

taux souvent nettement rhomboédriques, probablement de dolomie; au milieu d'un ciment paraissant complètement dolomitique, cristallin. (Exemple de diagénèse passant au métamorphisme).

N.° 71.—*Caldellas* 0 b. (Leiria)[1].—Calcaire gréseux, fin, à gros et petits grains de quartz anguleux. Ciment calcaire empâtant des débris de coquilles à test épais (Rudistes?); des foraminifères très nombreux, du type milliolite en particulier.

N.° 72.—Id.—Roche calcaire schisteuse, blanche, à végétaux, complètement formé de globigérines extrêmement petites, et de rares milliolites.

N.° 73.—Id.—*Lares* h.—Calcaire fortement gréseux, avec rares débris organiques conservés. Ciment calcareo-siliceux peu abondant contre les grains de quartz anguleux contenant des aiguilles de rutile?

N.° 74.—Id. k.—Calcaire complètement formé de petites coquilles bivalves entières, et de débris de grandes coquilles, d'organismes microscopiques, milliolites, plus ou moins désintégrés en poudre farineuse, dans un ciment de calcaire grenu, cristallin.

N.° 75.—Id. n.—Roche grenue, gréseuse, complètement formée de grains de quartz anguleux, de milliolites plus ou moins désintégrés et réduits en poudre farineuse, dans un ciment calcareo-siliceux, peu abondant.

N.° 76.—(Pl. III, fig. 5).—Couches à *Neolobites Vibrayeanus*.—*Alcantara*.—Avec *Alveolina cretacea*.—Calcaire gris rosé, à cassure conchoïde, avec une grande quantité d'Alvéolines entières ou à peine entamées, et débris d'autres espèces de foraminifères, dans un ciment calcaire abondant, grenu, coloré par l'oxyde de fer.

Etage turonien

N.° 77.—Couches à *Anorthopygus Michelini*.—*Lares*.—Calcaire marneux gris-clair, complètement formé de coquilles entières ou brisées, de mollusques, de bryozoaires, de crinoïdes, des foraminifères du type milliolite, empâtés dans un ciment cristallin assez développé.

Calcaire à Sphærulites.

N.° 78.—*Alcantara*.—Calcaire cristallin, gris-blanc, à grain très fin, ne donnant, en coupe, que des traces de tests de coquilles, proba-

[1] Les lettres et chiffres correspondent à des coupes qui seront prochainement publiées par M. Choffat.

blement de rudistes, fondus dans un ciment complètement formé de grains cristallins très fins.

N.° 79.—Id., id.—Pierre pilée pour le commerce, très analogue à l'échantillon précédent, formée d'une boue calcaire où l'on distingue des débris de rudistes à structure quelquefois reconnaissable, au milieu d'un ciment composé de grains cristallins très fins.

N.° 80.—Id.—*Pinheiro.* (Leiria).—Roche silico-ferrugineuse avec ilots calcaires, moules de fossiles bivalves, géodes tapissées de calcaire. Elle paraît avoir été primitivement une roche calcaire fossilifère, métamorphosée par la silice et le fer. Les moules de coquilles montrent des tubes en réseau d'éponges perforantes. La coupe ne présente rien de particulier. Cette roche est identique à certains nodules du minerai de fer oolithique de Lorraine.

N.° 82.—Nodules formant lentilles à la base des calcaires à Caprinules.—*Padrão.* (Leiria).—Nodules mamelonnés fibro-radiés, calcaires. Rien de particulier.

N.° 83.—Couche à végétaux terrestres dans les calcaires à Sphœrulites *(Padrão)*.—Bouillie calcaire extrêmement fine, complètement formée de débris menus d'organismes méconnaissables, test de coquilles désagrégé en menus fragments, probablement foraminifères, au milieu d'un ciment calcaire grenu, cristallin, très fin.

N.° 84.—Id.—*Alcantara.*—C'est une vraie craie marneuse avec globigérines, peut-être orbulines, et autres petits foraminifères entiers, au milieu d'un ciment lâche, cristallin, formé de débris des mêmes animaux et d'autres organismes indéterminables.

Turonien à facies ammonitique.

N.° 81.—Nodules dans le turonien.—*Moulins de l'Almoxarife.* (Figueira).—Nodule formé de couches concentriques de calcaire mamelonné, à structure fibreuse. Rien de particulier.

Turonien supérieur aux calcaires à Sphœrulites.

N.° 85.—Silex.—*Olival.*—Silex blanc-bleuâtre, laiteux, calcédonieux, avec taches arrondies, claires, qui paraît, d'après la coupe, entièrement formé d'un réseau à mailles lâches, rempli de globigérines plus ou moins dissociées, au milieu desquelles on voit des débris de spicules. Cette roche serait donc analogue à l'échantillon 84.

N.° 86.—Couches à *Acteonella gigantea (Ourem)*, constituées par des débris très nombreux de test de coquilles épaisses, ayant plus ou moins conservé leur structure, dont quelques-uns ont de la tendance

à former des oolithes plates, en s'entourant de couches concentriques de calcaire, au milieu d'un ciment grenu, cristallin, où l'on distingue des foraminifères du type globigérine.

N.º 87.—Id.—200m plus loin.—Calcaire blanc-jaunâtre, grossièrement cristallin, avec parties siliceuses en relief, par décomposition de la roche. En coupe: débris de coquilles plus ou moins désintégrés, ciment cristallin, et taches siliceuses aux contours réguliers ou irréguliers, au milieu desquelles on distingue des réseaux arborisés et noueux qui paraissent avoir appartenu à des spongiaires du type lithistide, et des centres d'attraction sphériques sans structure visible.

N.º 88.—Id.—*Carrasqueira.*—Calcaire grenu, fin, cristallin, blanc, parsemé de lames de mica très fines, dans lequel on distingue de nombreux débris de globigérines et de coquilles, qui en font une roche très voisine des précédentes

N.º 89.—Id.—*Olival.*—Calcaire grenu, cristallin, un peu ferrugineux, avec milliolites, textulaires, globigérines, débris de coquilles, au milieu d'un ciment de calcite grenu, cristallin, fin, assez abondant.

N.º 90.—*Salmanha.*—Couche M.—Calcaire blanc, crayeux, à grumeaux, constitué par des débris très menus, arrondis, de coquilles plus ou moins désintégrées, de rudistes selon toute probabilité, de coquilles bivalves, de milliolites, de textulaires, entourés d'une légère couche de calcaire, au milieu d'un ciment de calcaire spathique assez abondant.

N.º 91.—Id.—Couche N.—Roche rosée, finement grenue, calcaire, composée de débris d'organismes variés, bryozoaires, polypiers, peut-être spongiaires, foraminifères entiers, roulés et menus, au milieu d'un ciment grenu, cristallin, abondant.

N.º 92.—(Pl. III, fig. 6).—Id.—Couche O.—Roche de calcaire cristallin, finement grenue, friable, pétrie de lames très fines de mica rosé, composée de grains fins, opaques, aux contours élliptiques, qui paraissent être des foraminifères du type textulaire et globigérine, de débris attribuables à des polypiers ou à des spongiaires, de lamelles de mica extrêmement abondantes, au milieu d'un ciment spathique.

N.º 93.—*Zupparia.*—Intérieur d'un Tylostome. Roche calcaire composée de menus débris organiques plus ou moins désintégrés, de tours de spire de petits gastropodes, de foraminifères, de débris de spongiaires? au milieu d'un ciment calcaire fortement rempli de lames très minces de mica blanc et sali par l'hydroxyde de fer.

Sénonien d'eau saumâtre (Garumnien?)

Marnes avec lits de calcaire intercalés dans un massif de graviers, faune d'estuaire affleurant dans la Gandara (Sud d'Aveiro).

N.° 50. — *Rio Tinto.* — Calcaire marneux, gris, grenu, durci, avec nombreux moules de gastropodes, infiltré de gypse, ou plutôt d'anhydrite en grains à surface chagrinée, sans forme cristalline, et en grains petits et plus ou moins anguleux. Il s'y rencontre aussi des débris végétaux très menus.

N.° 51. — *Santa Catharina.* — Calcaire marneux, gris-lilas, avec nombreux moules de gastropodes. Même constitution que la précédente; même abondance de gypse.

N.° 52. — Au nord de *Tabuaço.* — Marne grumeleuse grise, avec moules de bivalves et débris osseux bien conservés quant à leur structure (coupe). La pâte de cette marne est calcaire avec une forte proportion d'argile et de gypse, des mouches d'oxyde de fer peut-être manganésifère, des lames de mica.

N.° 53. — *Covão do Lobo.* — Marne grumeleuse grise, fossilifère, micacée, riche en débris charbonneux, presque complètement calcaire. Le résidu, par les acides, est du gypse et du mica, avec un peu d'argile.

N.° 54. — *Vizo.* — Marne renfermant des coprolithés, des empreintes de végétaux, des ossements de reptiles et de poissons. Argile grasse ou terreuse, brune (terre d'ombre) ou grise verdâtre, faisant difficilement effervescence avec les acides, très riche en fer, laissant comme résidu des grains de gypse peut-être de quartz, et des lamelles de mica.

N.° 94. — 100^{m} E. de *Ceadouro* (Covões). — Silex concrétionné de structure fibroradiée; croix noire de polarisation.

N.° 96. — Id. — Calcaire marneux grès gypseux avec traces de carapaces de Cypris ou Bairdia.

N.° 97. — *Ceadouro.* — Calcaire marneux formé d'une pâte grenue, calcaire, à éléments cristallins fins, opaque, salie par l'oxyde de fer, au milieu de laquelle se distinguent des masses arrondies plus claires, plus nettement cristallines, qui ont l'apparence de formes organiques, sans qu'on puisse rien préciser a cet égard.

N.° 98. — *Mina* près de *Ceadouro.* — Calcaire très fortement gypseux pétri de valves de Cypris ou Bairdia avec quelques veinules de calcite.

Crétacique ou Tertiaire?

N.° 59. — Fragments de calcaire turonien empatés dans un ciment

tertiaire ou crétacique, Arrotela (Monte-Real).—Calcaire bréchoïde jaune, empâté dans de la marne durcie, d'origine marine. Composé de débris organiques arrondis, à peine entourés d'une couche calcaire, se rapprochant, par conséquent, du type 90 de la série crétacique. On peut reconnaître, parmi les débris organiques, des fragments de crinoïdes, de polypiers, de plaques perforées de test de brachiopodes, empâtés dans un ciment de calcaire spathique souillé par l'hydroxyde de fer.

N.° 60.—Id.—Même composition, mais on y distingue de plus des fragments de test d'épaisses coquilles, non désintégrées, peut-être de rudistes, et des lames de calcaire dont la structure se rapproche de celle des algues calcaires du type *gyroporella*. La marne rouge, durcie, est remplie de débris anguleux de calcite, et paraît résulter du lavage de roches disparues, qui ont coulé dans les fissures de la roche calcaire. Du reste, elle est traversée par des infiltrations de calcaire cristallin, et ressemble absolument à celle des gisements phosphatés du Lot.

N.° 61.—Id., id.—La marne rouge paraît contenir des grains anguleux de quartz, ce qui confirmerait l'analyse du n.° 59 qui nous en a donné comme résidu, par les acides. En résumé, de l'examen des échantillons 59, 60, 61, il résulte que ce sont des roches crétaciques, turoniennes ou plus anciennes, fissurées après coup, et remplies par le résultat du lavage de couches superficielles voisines. Ce phénomène, postérieur de longtemps au dépôt de ces roches, a pu se faire à l'époque tertiaire, et nous sommes frappés de l'analogie de ces marnes durcies avec celles qui accompagnent les phosphates du Lot, le sidérolithique de Suisse, d'Alsace, des environs de Belfort et du centre de la France.

Série tertiaire

Oligocène

N.° 1.—Calcaire marneux ferrugineux, avec fragments plus ou moins anguleux de quartz.—*Nova Cintra.*—Rien de particulier.

N.° 2.—Calcaire rosé, tacheté de blanc, avec quelques rares cailloux, petits, anguleux, de quartz.—*Nova Cintra.*—Ce calcaire, presque complètement soluble dans l'acide chlorhydrique étendu, est fissuré, parcouru de veinules remplies de calcite. Rien de particulier au point de vue de la structure.

N.° 3.—Calcaire rosé et blanc, analogue aux 2 échantillons précédents, mais sans grains de quartz apparents. Se montre, en coupe, plus grenu et plus homogène que les précédents, et plus riche en petites masses de fer hydroxydé.—*Senhor Roubado (Odivellas).*

N.° 4.—Marne rouge, avec quelques cailloux menus de quartz.—*Carriche.*—Rien de particulier.

N.° 5.—Calcaire marneux blanc, fissuré, concrétionné. Au microscope, on voit qu'il n'est pas tout-à-fait homogène, et que certaines de ses portions se groupent en petits nodules opaques, irréguliers, entre lesquels la roche est claire et hyaline, plus purement calcitique.—*Granja do Marquez.*

N.° 6.—Calcaire marneux blanc, à grains, ou ébauches de petits nodules.—*Almargem do Bispo.*—Constitué par la concrétion de nodules de calcaire gris, impur, plus ou moins sphériques, plus ou moins grands, entre lesquels un ciment calcaire cristallin, grenu, transparant; certaines sections pourraient être rapportées à des coquilles très minces. Ce calcaire ressemble beaucoup aux calcaires d'eau douce.

N.° 7.—(Pl. IV, fig. 7).—Calcaire marneux, blanc gris, à structure grumeleuse, d'apparence travertineuse.—*Cortegaça.*—Séparation de grumeaux ou de masses mamelonnées dans la pâte, au milieu de ciment calcitique; trace de test mince d'une coquille?

Série oligocène ou miocène, lacustre, non fossilifère

N.° 110.—Calcaire blanc, crayeux, veiné de calcite, formé d'une masse grenue très opaque, au milieu de laquelle apparaissent des grains calcaires hyalins, sans contours régulièrement cristallins, et traversés par des veinules de calcaire spathique. *Alcanede.*

N.° 111.—Calcaire grenu, cristallin, fin, avec grains de quartz anguleux, de petite taille. Formé de masses calcaires plus ou moins opaques, arrondies, au milieu d'un ciment calcaire spathique assez abondant. Au N. de Casaes dos Gallegos (N. E. Amiaes).

N.° 112.—(Pl. IV, fig. 8).—Calcaire gris rosé, grenu, cristallin, composé de calcaire grenu opaque, avec des corps figurés nombreux, plutôt cristallins qu'organiques, identiques à ceux qui ont été indiqués dans le n.° 60. Au S. de Amiaes de Baixo.

N.° 113.—Id.—Calcaire rosé, cristallin, grenu, fin, à taches blanches, composé de parties cristallines, grenues, calcaires, difficiles à isoler d'un magma cristallin grenu, rempli de formes figurées, identiques à celles qui ont été signalées dans le n.° 60. Même provenance.

N.° 114.— Calcaire cristallin grenu, fin, blanchâtre, formé de parties opaques concrétionnées, aux contours arrondis, au milieu desquelles règne un ciment calcaire, spathique, cristallin. *Alcanede.*

N.° 114.—Roche blanche teintée d'oxyde de fer, siliceuse, pétrie de grains de quartz vitreux, plus ou moins gros, anguleux, avec veinules et petites géodes, où pointent des cristaux très petits de quartz hyalin; calcédonieuse et zonée par places, incolore ou colorée par l'hydroxyde de fer. *Bairro* (Alcanede).

N.° 116.—(Pl. V, fig. 9).—Calcaire compact grenu, cristallin, complètement formé de cristaux dont quelques-uns sont des rhomboèdres tabulés qui montrent nettement leur accroissement par couches successives. *Prado* (SE. Alcanede).

Miocène marin

N.° 11.— Calcaire rosé, concrétionné, cristallin.— *Caxias.*— Finement grenu, cristallin, non homogène; parties grises non transparentes, plus ou moins noduleuses, entre lesquelles ciment cristallin, grenu, transparent. Pas de traces d'organismes.

N.° 12.— Calcaire marneux blanc, crayeux, à petits et grands nodules.— *Caxias.*— Formés de couches concentriques et de masses grises, opaques, sans structure, entre lesquelles on trouve du calcaire cristallin grenu, transparent.

N.° 13.— Calcaire blanc-gris, concrétionné, travertineux.— *Caxias.*—Ayant une grande analogie avec le n.° 12. Les nodules, de différentes dimentions y sont mieux caractérisés, par leurs couches concentriques sans corps central visible.

N.° 8.— Marne durcie.— *Prazeres.*— Composée de grains très menus de calcite, de sable très fin, au milieu d'un ciment calcaréo-argileux, avec rares débris de coquilles bivalves, coquilles entières de Cypris probablement, et de foraminifères entiers de petite taille.

N.° 9.—Marne grise, fine, à fossiles marins (Mytilus).— *Prazeres.*— Fortement calcaire, composée de grains quartzeux assez abondants, assez gros, au milieu d'un ciment calcareo-argileux, avec rares débris organiques animaux, test de coquilles, cypris, radioles d'oursins, et nombreux îlots de matière noire, pyriteuse ou charbonneuse.

N.° 10.—Id.— *Prazeres.*— Même composition, sauf îlots de matière noire, et trainées ferrugineuses.

N.° 12 A.—Calcaire gréseux riche en débris de bryozoaires dont

le test a disparu. — *Prazeres.*—Grains de quartz, anguleux, de taille inégale, abondants, au milieu d'un ciment calcaire peut-être un peu siliceux, sali par l'oxyde de fer; très peu de débris de test de coquilles désintégrées.

N.° 14.—Marne sableuse fine, micacée, à moules de fossiles.—*Prazeres.*— Grains de sable très fins; ciment calcareo-siliceux; coquilles à l'état de moules.

N.° 15.—Marne jaunâtre un peu sableuse, avec fossiles bryozoaires, débris de radioles d'échinides.—*Prazeres.*—Même échantillon que le précédent, plus solidifié.

N.° 16.—Marne gréseuse, micacée, ferrugineuse.—*Bairro Linhares* (Lisbonne).—Rien de particulier.

N.° 17.—Marne, ou plutôt argile, un peu micacée, fine, avec moules de fossiles.—Même provenance.—Dissociation par eau et même potasse bouillante, difficile. Radioles d'échinides.

N.° 18.—Calcaire gréseux, fin, micacé, avec moules de fossiles, ferrugineux.—Même provenance.—Grains quartzeux; ciment silico-calcaire, souillé par l'oxyde de fer; lames de mica, et débris de test de coquilles spathisés.

N.° 19.—Calcaire assez compact.—*Porto Brandão.*—Complètement formé de débris roulés de coquilles bivalves, de Lithothamnium, de radioles d'échinides, de bryozoaires, de foraminifères entiers des types Nummulina, Milliola, Uvigerina, etc... dans un ciment calcaire cristallin, assez transparent.

N.° 20.—Grès siliceux, fin, micacé.—*Ligne de ceinture* (Lisbonne).—Formé de grains de quartz hyalin, anguleux, dans un ciment silico-calcaire, avec quelques fragments de radioles d'échinides.

N.° 21.—Marne gréseuse fine, ferrugineuse, très fossilifère (moules).—Id.—Pauvre en calcaire, légèrement micacé. Rien de particulier.

N.° 22.—Grès fin, ferrugineux, avec traces de fossiles.—*Id.*—Très peu calcaire; micacé. Rien de particulier.

N.° 22 A.—Grès fin, gris, compact, à fossiles abondants.—*Banatica.*—Grains de quartz anguleux. Ciment calcaréo-siliceux, au milieu duquel nombreux fossiles à l'état de moules; Lithothamnium.

N.° 23.—Calcaire ferrugineux très coquiller, formé de débris de bivalves et d'univalves désintégrés, spathiques, de foraminifères, au milieu d'un ciment calcaréo-siliceux, très ferrugineux et opaque.—*Ligne de ceinture.*—Constitué par un mélange de calcaire sableux, avec des coquilles, ou débris de coquilles plus ou moins entières. Simple faciès des couches représentées par les échantillons précédents.

N.º 24.—Argiles micacées sableuses, avec moules de coquilles (*Arca*).—*Ligne de ceinture.*—Sable quartzeux mêlé à l'argile; paillettes de mica; traces charbonneuses.

N.º 25.—Grès micacé fin, compact, fossilifère.—*Porto Brandão.*—Faciès plus riche en calcaire et en fer que le précédent échantillon.

N.º 26.—Grès compact fin, calcaréo-sableux, avec moules abondants de fossiles.—*Id.*—Grains quartzeux anguleux; ciment calcaréo-siliceux; foraminifères et débris de coquilles.

N.º 27.—Argile sableuse fine, micacée, un peu ferrugineuse.—*Quinta do Bacalhau.*—Absence de calcaire. Rien de particulier.

N.º 28.—Calcaire sableux, compact, ferrugineux, fossilifère,—*Casal Vistoso.*—Ce sont encore les coquilles entières, huîtres, foraminifères, ou leurs débris, qui forment la majeure partie de l'élément calcaire de cet échantillon. Tout le reste est formé de sable, cimenté par du calcaire siliceux.

N.º 29.—Calcaire compact fossilifère.—*Casal Vistoso.*—Roche analogue à l'échantillon 19. Les grains de quartz y sont rares, et les débris roulés très abondants; test de gastropodes, de bivalves épais, huîtres?, Lithothamnium?, y représentent, avec les foraminifères du type Nummulina, l'élément calcaire.

N.º 30.—Grès calcaire.—*Ligne de ceinture.*—Roche exclusivement calcaire, constituée par des débris de test de coquilles de mollusques, roulés, arrondis, entourés de calcaire fin, nuageux; de foraminifères du type Nummulina; d'organismes difficiles à déterminer, au milieu d'un ciment cristallin plus ou moins transparent.

N.º 31.—Id.—*Musgueira.*—Même structure que la précédente, et même débris organiques; foraminifères entiers (Bulimina), bryozoaires, test d'échinides. Le ciment est ici un peu plus abondant.

N.º 32.—Id.—*Quinta das Flamengas* (près Chellas).—Calcaire coquiller ferrugineux, avec quelques gros grains de quartz anguleux, débris très gros et roulés de coquilles et de bryozoaires. Ciment calcaire très abondant, en gros cristaux orientés autour de sortes de géodes.

N.º 33.—Sable compact grossier, avec cailloux roulés, siliceux, de différente taille, ferrugineux.—*Val-de-Chellas.*—Un peu micacé, sans fossiles.

N.º 34.—Sable jaune, fin, avec grains quartzeux assez gros, micacé, très fossilifère, riche en débris de tests de coquilles, radioles d'échinides, valves de balanes, peut-être en spicules de spongiaires.—*Id.*

N.º 35.— Marne sableuse, avec grains quartzeux très fins, mica en lames assez abondantes, fossiles assez abondants.— *Id.*

N.º 36.— Calcaire marneux riche en débris de fossiles et en grains de quartz anguleux, de taille inégale, quelques-uns avec facettes. Un peu micacé.— *Id.*

N.º 37.— Marne fine, sableuse, micacée, grise, avec traces de végétaux. Fossilifère, avec débris de coquilles et foraminifères, assez gros, du type Rotalia.— *Id.*

N.º 38.— Calcaire marneux, sableux, avec moules de fossiles. Vrai calcaire grossier.— *Id.*

N.º 39.— Marne grise, fine, micacée.— *Xabregas*.— Contenant des coquilles de Corbules; peu calcaire, avec grains très fins de sable quartzeux, radioles d'échinides et foraminifères du type Rotalia. En résumé de la même famille que 37.

N.º 40.— Id.— Roche identique, comme composition et aspect, à 38.

N.º 41.— Grès siliceux à ciment calcaire, débris de coquilles et foraminifères. Grains quartzeux, anguleux, assez gros et inégaux, et probablement aussi de feldspath oligoclase. Ciment silico-calcaire.— *Marvilla*.

N.º 42.— Grès siliceux grossier, à élément assez gros et irréguliers. Ciment et débris de coquilles, comme dans le cas précédent.— *Id.*

N.º 43.— Grès fin, à ciment calcaréo-siliceux, micacé, avec nombreux débris de coquilles bivalves.— *Id.*

N.º 44.— Grès fin. id., même provenance. Débris de bryozoaires incrustant les coquilles; foraminifères.— *Id.*

N.º 45.— Calcaire marneux gris, durci, complètement formé de débris de coquilles dont le test a disparu, ou s'est reconstitué en apparence, par remplissage postérieur de calcite. Très riche en oxyde de fer. Le sable quartzeux y existe çà et là, par îlots, entre les débris de coquilles.— *Id.*

N.º 46.— Roche absolument identique à la précédente.— *Braço de Prata.*

N.º 47.— Roche absolument identique aux précédentes, un peu plus micacée.— *Id.*

N.º 48.— Id., id.

N.º 49.— Id., id.

N.º 50.— Grès fin, calcaire, à grains de quartz hyalin abondants. — *Cabo Ruivo*.— Lamelles de mica plus ou moins décomposé. Ciment calcaire sableux, dans lequel infiltrations pyriteuses, quelques coupes de coquilles, bryozoaires très beaux, foraminifères,

N.° 51.— Id.— Même provenance. Même structure.

N.° 52.— Grès fin gris, coquilles.— *Cazal das Rolas*. Ciment calcaire. Coquilles ayant conservé leur test, plus ou moins désintégré.

N.° 53.— Marne grise, un peu sableuse. Même provenance. Très peu calcaire, avec coquilles ayant conservé leur test. Très micacée.

N.° 54.— Calcaire marno-sableux. Même provenance, pétri de débris de coquilles, ou de coquilles entières à l'état de moule, qui ont dû être perforées par les Vioa dont on trouve le réseau spiculaire conservé sur les parois des perforations. Un peu micacé et sableux.

N.° 55.— Moule d'une *Panopea*. Même provenance. Roche formée de calcaire à peine chargé de sable quartzeux très fin, avec débris de coquilles, foraminifères entiers. Ciment calcaréo-siliceux, sali d'hydroxyde de fer.

N.° 56.— Id., id.— Moins compact et moins fin que les échantillons précédents, avec quelques débris de test de coquilles, et un peu plus d'hydroxyde de fer.

N.° 57.— Id., id.— Roche complètement formée de débris de coquilles roulées, à peine désintégrées, et réunies, plus ou moins complètement, par un ciment constitué par un dépôt de calcaire cristallin, qui les sépare lès uns des autres et forme une lame mince, autour de chaque débris de coquille.

Lacustre moyen et supérieur

N.° 58.— Calcaire gris-brun, fin, compact, avec moules de Bythinelles.— *Aveiras de Baixo*.— Avec rares débris de test de coquilles très désintégrées, peut-être de tiges de *chara*, valves de cypris, au milieu d'un ciment calcaire grenu, sali par des matières bitumineuses.

N.° 59.— Même provenance. Calcaire un peu plus compact. Même structure, avec tendance à la formation de concrétions plus ou moins zonées, à forme oolithique, des baguettes provenant peut-être d'algues calcaires du type des coupes 60 et 66, des coupes de test de coquilles. Ici le ciment calcaire est représenté par des îlots de calcaire cristallin grenu, des débris de test de cypris.

N.° 60.— *Cartaxo*.— Calcaire compact, noduleux, concrétionné, marneux et travertineux. Même structure, avec tiges de chara?, cypris, coupes de gastropodes. Mais ici on distingue, par places, des touffes d'algues du type *Rivularia*, entourées de zones concentriques de calcite, entre lesquelles le calcite a pu cristalliser en rhomboèdres. Cette roche est donc identique au n.° 66.

N.° 61.—Même provenance. Calcaire plus tendre, marneux, fossilifère, complètement formé de concrétions petites et grandes, dont le centre est souvent un fragment de coquille; ceux-ci se trouvent aussi en abondance dans la pâte des concrétions. Entre ces concrétions calcaires se trouve de la calcite grenue, cristalline.

N.° 62.—Même provenance. Fossilifère. Calcaire compact, marneux, gris, formé d'un magma grumeleux opaque, sali par des matières charbonneuses, au milieu duquel on reconnait des débris de valves de cypris, des taches noires charbonneuses ou pyriteuses; pas de ciment, ni de nodules.

N.° 63.—*Ponte d'Asseca.*—Calcaire rognoneux, blanc, marneux, fossilifère, formé d'un magma gris opaque, nuageux, avec débris de cypris, disposé en masses mamelonnées entre lesquelles s'est infiltrée de la calcite cristalline.

N.° 64.—*Pernes.*—Calcaire marneux, rognoneux, jaunâtre, formé de groupes de petites et de moyennes concrétions à apparence oolithique, avec écorce zonée et, au centre, des parties opaques, entre lesquelles s'est développé un ciment calcaire cristallin.

N.° 65.—Même provenance. Calcaire compact, blanc-rosé, grenu, marneux travertineux, grumeleux, fossilifère, complètement formé de concrétions sphériques de taille inégale, dont les plus petites ont des traces de zones concentriques extérieures et l'apparence d'oolithes. Entre ces concrétions, par places, ciment calcaire cristallin, au milieu duquel elles sont plongées, comme les oolithes dans les calcaires jurassiques.

N.° 66.—(Pl. V et VI, fig. 10, 11 et 12).—Même provenance. Calcaire complètement travertineux, compact, rempli de cavités. Entièrement formé de petits nodules, ou concrétions, dont le centre est formé par des touffes d'algues unicellulaires probablement, du type *Rivularia*, d'après les observations de MM. Bornet et Guignard, à qui nous avons soumis nos coupes. Cette forme parait accompagnée d'autres algues du type Nostoc et peut-être Batrachospermum.

N.° 67.—*Rio-Maior.*—Calcaire marneux travertineux, très fossilifère, complètement formé de débris organiques d'algues probablement, de rares coquilles, dans un ciment de calcaire grenu, avec quelques mouches de pyrite de fer.

N.° 69.—*Cano* (concelho de Souzel, Alemtejo)..—Calcaire marneux, compact, à fossiles, composé de débris organiques rares, et qu'on peut rapporter à des tests de coquilles, de concrétions ébauchées, au milieu d'un magma calcaire opaque, avec quelques îlots de ciment calcitique cristallin.

N.° 70.—*São Theotonio* (Odemira) Pliocène?.—Roche siliceuse blanche, compacte, à fossiles peu abondants. Plus ou moins nettement concrétionnée, formée de débris désintégrés de tiges d'algues filamenteuses, de test de coquilles, mélangés en une pâte à ciment siliceux.

Série dolomitique[1]

N.° 1—Infralias.—Plaques à aspect marneux, jaunâtre, fossilifères.—*Moulin de Dagorda* (Vallées typhoniques de Caldas).—Calcaire marneux, dolomitique, jaunâtre, formé entièrement de grains cristallins très fins, aux contours anguleux ou arrondis, serrés les uns contre les autres, salis par une matière étrangère, et parsemés de cristaux de pyrite plus ou moins transformés en hydroxyde, avec quelques lamelles très fines de mica. Structure rappelant celle des roches du même étage en Lorraine.

N.° 2.—Infralias. Roche brune, saccharoïde, très fossilifère.—*Matacães*.—Même structure que la précédente, mais plus fortement imprégnée d'une matière étrangère brune; sections nombreuses de coquilles désintégrées, rarement spathiques, et débris évidemment organiques, méconnaissables. Cette roche est identique à celle de l'infralias de Lorraine.

N.° 3.—Infralias. Plaques fossilifères, compactes, grises.—*Soure*.—Roche extrêmement riche en débris de coquilles complètement désintégrées, au milieu d'une masse cristalline grenue salie par des matières étrangères, avec sections de coquilles et plages de calcite cristalline formant ciment, et montrant des rhomboèdres bien distincts; quelques masses noduleuses, blanches de calcédoine.

N.° 4.—Infralias. Plaques un peu crayeuses, jaunâtres, fossilifères.—*Anadia*.—Roche jaunâtre, marno-calcaire, composée de parties foncées, grenues, floconneuses, opaques, pénétrées de fer, entre lesquelles on aperçoit des parties calcaires, cristallines, plus ou moins régulières, de calcaire spathique, qui ont probablement appartenu à des coquilles.

N.° 5.—Infralias. Plaques jaune-brun, à aspect de grès fossilifère.—*Pereiros*.—Sorte de lumachelle formée d'un magma opaque,

[1] Les numéros correspondent à l'article: *Sur les dolomies des terrains mésozoïques du Portugal*, p. 129-140 de ce même fascicule.

au milieu duquel apparaissent des grains de calcite, des sections désintégrées de coquilles, et nombreuses lamelles de mica, ou de gypse? plus ou moins décomposé, en feuillets très minces.

N.° 6.—Infralias. Calcaire marneux, gris-cendré, à *Avicula Conimbrica*.— *Cezimbra*.—Complètement formé d'un magma brun, au milieu duquel apparaissent des grains cristallins fins, plus ou moins anguleux, fortement unis les uns aux autres, sans ciment, quelques-uns ayant la forme de rhomboèdres; grains pyriteux plus ou moins transformés en hydroxyde he fer.

N.° 8.—Infràlias. Calcaire fossilifère en plaquettes.—*Silves* (Algarve).—Même structure que le précédent, mais moins ferrugineux; les grains cristallins contiennent souvent des impuretés, et il s'y ajoute des sections de coquilles nombreuses, très désintégrées.

N.° 9.—Couches de Coimbre. Calcaire rubanné.—*Quinta da Portucheira*.—Même structure; les grains cristallins nettement anguleux et remplis d'inclusions noires. Pas de traces de fossiles.

N.° 10.—Couches de Coimbre. Marne noirâtre compacte.—*Caldas da Rainha*.—Formée d'argile noircie par une matière bitumineuse; avec quelques grains cristallins, tachés de matières étrangères et de contour rhombroèdrique, des débris de coquilles désintégrées et des lames de gypse assez abondantes.

N.° 12.—(Pl. VII, fig. 13).—Couches de Coimbre. Calcaire brun, saccharoïde.—*Traz-do-Outeiro (Obidos)*.—Grands éléments cristallins, plus ou moins nettement rhomboédriques, agencés fortement entre eux, assez hyalins, à clivages visibles, avec centre opaque et nuageux, et extérieur hyalin, remplis d'inclusions de diverse nature, ferrugineuses et autres. Hydroxyde de fer entre les grains.

N.° 13.—Couches de Coimbre. Calcaire coquiller jaune-brun.—Cimetière de *Soure*.—Calcaire compact, composé de débris de test de coquilles désintégrées, bordées d'une matière brune formant des traînées; grands éléments cristallins hyalins, dans un magma de même couleur contenant des cristaux plus ou moins formés comme dans l'échantillon 12.

N.° 15.—Couches de Coimbre. Calcaire gris-foncé en plaquettes. —*Coimbre*.—Calcaire composé de deux éléments, débris de coquilles ou coquilles entières, au test largement spathisé, à grandes fissures de clivage, au milieu d'un ciment composé de grains cristallins assez petits, anguleux, remplis d'inclusions noires, et ferruginenses.

N.° 16.—Couches de Coimbre.—*Lombo*.—Calcaire crayeux, jaune clair, à gastropodes et lamellibranches. Formé de débris organiques,

test de coquilles très petites, foraminifères ou cypris, au milieu d'un ciment cristallin très abondant, hyalin.

N.° 18.— Couches de Coimbre. Calcaire rose.— *S. Thiago de Cacem.*— Couche 6 de la coupe publiée. Complètement formé de petits grains cristallins, souvent rhomboédriques, généralement opaques ou nuageux, de même taille et assemblés sans ciment.

N.° 20.— Lias ou Malm?— Roche saccharoïde, rouge, á vacuoles. — Entre *Belixe* et *Sagres.*— Complètement formée d'éléments cristallins rhomboédriques, de taille à peu près semblable, dont le centre est souvent nuageux et rempli d'inclusions, la périphérie étant hyaline. Par places, grains moins nettement rhomboédriques. Entres les rhomboèdres, cavités remplies d'une matière noire.

N.° 22.— Lias indéterminé. Roche saccharoïde.— *S. Bartholomeu (Algarve).*— Formée de grains fins, fortement agencés, gris, plus ou moins opaques, au milieu desquels taches de calcaire hyalin, spathique, avec quelques éléments rhomboédriques.

N.° 24.— Roche du Lusitanien supérieur, cristalline, rose.— Entre *Loulé* et *Faro* (n.° 58 de la série tria-jurassique).

N.° 27.— Crétacique cénomanien fortement oolithique.— *Lares.* Couche K (n.° 74 de la série crétacique).

N.° 30.— Turonien.— Calcaire blanchâtre, à végétaux.— *Padrão.* Couche 9 (n.° 83 de la série crétacique).

N.° 31.— Turonien.— Roche jaune-clair à vacuoles.— *Estoy* (Algarve, couche 8, publiée). Complètement formée de grains cristallins anguleux, opaques ou hyalins, très petits, souvent parsemés de grains spathiques, hyalins, avec taches ferrugineuses.

N.° 33.— Cénomanien supérieur ou Turonien, paraissant marneux et non dolomitique.— *Lares;* couche à *Ostrea colomba major.*— Formé d'un magma gris-calcaire, au milieu duquel apparaissent des débris organiques et des organismes entiers, de nature variée; foraminifères du type globigérine, autres foraminifères, crinoïdes, débris de coquilles assez désintégrées, lames de mica, probablement, dans un magma très fin, opaque, grenu, calcaire.

RÉSUMÉ.— CONCLUSIONS

Roches triasiques et infraliasiques:

N.^os 1, 55, 56; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, de la série dolomitique.

Cette série, quoique très incomplète, comprend des roches détritiques caractéristiques, telles que l'arkose, n.° 1; 56 nous rappelle, par ses ébauches d'oolithes très petites, mais bien calibrées, certaines roches du muschelkalk de Lorraine. Les n.^os 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, de la série dolomitique ont une structure qui se rapproche également de celle de toutes les roches du même horizon que nous avons eu l'occasion d'étudier. On y rencontre la même abondance de débris organiques désintégrés, au milieu d'un ciment à texture presque entièrement cristalline, probablement par suite d'actions diagénétiques postérieures au dépôt du sédiment. La présence du fer, et souvent d'éléments quartzeux ou micacés, vient achever les traits généraux qui les caractérisent.

Roches jurassiques:

1.° Lias, n.^os 2, 3, 4, 5, 6, 8 et (série dolomitique) 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 20?, 22.

Les roches de cette série, que nous avons eues entre les mains, sont toutes calcaires ou dolomitiques; 4 et 6 du Toarcien contiennent seuls des éléments détritiques bien apparents. Les débris organiques y sont généralement abondants, mais souvent très desintégrés. Les calcaires dolomitiques ne font pas exception à cette règle, sauf quelques-uns (n.° 18 de la série, par exemple). La forme oolithique des sédiments est ébauchée dans le n.° 8, Toarcien. Pas plus que dans le Trias on ne peut distinguer, dans ces oolithes rudimentaires, un corps central figuré ou non, et des couches concentriques bien nettes. Certaines de ces roches dolomitiques contiennent des cristaux rhomboédriques bien formés, isolés les uns des autres, comme ceux qui se déposent à la surface des plantes aquatiques (potamogeton), et présentent des traces d'accroissement, preuve de leur formation lente. Quelques-uns d'entre ces échantillons ne sont pas autre chose que de la marne durcie, remplie de débris de fossiles qui ont disparu par dissolution (n.° 3) laissant des vides dans lesquels la calcite ou la dolomie ont cris-

tallisé, sous forme d'enduit, pendant la phase diagénétique. Ils nous rappellent le Lias moyen de Lorraine, d'ailleurs si diffèrent du Lias portugais, à en juger par les roches en notre possession.

2.° *Dogger* (Bajocien et Bathonien).

N.os 7, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19; 62, roche siliceuse.

La forme oolithique franche se montre surtout ici dans le Bathonien (n.° 12, 13, pl. I, fig. 2, pl. II, fig. 3); mais toutes les roches de cet étage ne présentent pas ce caractère (17, 18, 19).

Les conditions de la sédimentation oolithique ont été complètement réalisées dans le bassin où se formaient les couches du Bathonien de Loulé (n.° 12, pl. I, fig. 2), car nulle part on ne trouve une roche aussi caractérisée. Elle est formée d'oolithes typiques, identiques à celle du Bathonien de Lorraine et d'Alsace, cimentées après coup par de la calcite fibreuse, presque pure, ce qui suppose une grande limpidité des eaux aux dépens desquelles il s'est formé. Le Bajocien, à en juger par les roches qui nous ont été soumises, ne s'est pas trouvé dans les mêmes conditions, et la faune microscopique de foraminifères et de petits gastropodes, qu'on y constate, témoigne en faveur d'une mer à fond plus inégal, mais moins favorable à l'établissement de récifs coralligènes et de tout l'appareil sédimentaire qui en est la conséquence.

3.° *Callovien*. Les numéros 14, 15, 16, rapportés à cet étage, indiquent, à cette époque, les mêmes tendances; mais 15, qui est une roche oolithique à structure normale, n'a pas le ciment fibreux, presque hyalin, de 12 du Bathonien. La faune, ici, est aussi plus riche et plus variée. On peut admettre que le faciès vaseux y luttait avec avantage contre le faciès coralligène.

4.° *Lusitanien* (Oxfordien et Séquanien). Série indiquant des sédiments effectués dans des conditions variées. Les n.os 20, 21, 23, 26 sont purement argilo-schisteux, avec mica à l'état de lamelles, quartz en grains très fins; ils contiennent exclusivement des *Daonella*. 25 est du grès à plantes, et 22 du calcaire ferrugineux. La calcite est à peine représentée dans les roches à *Daonella*, mais elle se retrouve dans les calcaires ferrugineux dont la faune devient plus variée. La série 27 à 32 comprend des calcaires de différents niveaux oxfordiens et séquaniens à tendance oolithique, qui se maintient dans les échantillons 33 à 39, mais paraît avoir été entravée par des courants amenant du sable fin du continent.

N.° 58 (Pl. VIII, fig. 14), qui n'est autre que 24 de la série dolomitique du Lusitanien (oxfordien et séquanien), mérite une mention spéciale par la netteté des éléments cristallins qui le composent. La *série à lignites de Batalha*, ou Lusitanien supérieur, avec quatre échantillons, 40 à 43, présente à nouveau des ébauches d'oolithes avec nombreux débris organiques, pyrite et matières bitumineuses. Enfin celle du malm supérieur 44 à 48 se trouve à peu près dans le même cas, mais avec le caractère oolithique plus franc.

Crétacique marin (du Néocomien au Turonien):

N.°s 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93.

Le Crétacique inférieur étant peu représenté dans cette série, il en sera à peine question ici. Cependant, il est à remarquer que le seul échantillon néocomien (hauterivien), 63, que nous possédions, est extrêmement instructif. Il présente, en effet, la plus grande analogie avec les minerais de fer oolithique de Lorraine (lias supérieur), et néocomien de la Haute-Marne. Dans cet échantillon, les oolithes sont de nature silico-ferrugineuse avec un noyau souvent calcaire et organique (foraminifère), ce qui permet de supposer que la silice est venue après coup remplacer la calcite dans leurs couches concentriques.

L'urgo-aptien a fourni un grand nombre d'échantillons, qui correspondent à des fonds de nature très variée. La mer a dû être peu profonde, pour favoriser la pullulation des cypris (éch., 65, pl. II, fig. 4 et 68), pour admettre dans ses dépôts des grains de sable quartzeux nombreux (67, 68, 69). Les conditions ont probablement été différentes avec les récifs de rudistes, dont la destruction a formé certaines roches, quoique cependant ces mollusques vivant en colonies ne paraissent guère avoir pu constituer de puissants dépôts. Ils semblent avoir été détruits au fur et à mesure qu'ils se déposaient.

Des courants puissants devaient sillonner ces mers, très riches en foraminifères des types milliolite et globigérine. L'échantillon 72 paraît avoir été formé dans ces conditions. C'est une sorte de craie à impressions végétales et à globigérines, mais une craie qui, pas plus que la craie sénonienne de France, d'après les plus récents travaux, n'a été formée dans des eaux très profondes. Les foraminifères y sont peu variés, et les coccolithes y manquent, à la différence de ce que l'on constate dans la craie de Champagne.

Par contre, les couches à *Neolobites Vibrayeanus* et à *Alveolina cretacea* (n.° 76, pl. III, fig. 5) peuvent être rapportées à une formation

de mer assez profonde, où ces animaux se sont fossilisés, sans accident, au milieu de sédiments fins complètement privés des matériaux de transport constatés dans les sédiments antérieurs.

Avec l'étage turonien recommence une série assez analogue à la précédente. Les récifs de rudistes y ont eu une existence éphémère, et les roches qui ont résulté de leur destruction, tout en ressemblant aux roches coralliennes, en diffèrent cependant par leur structure et l'absence d'oolithes (78, 79).

80 est une roche dont la diagénèse a dû ressembler à celle de la roche hauterivienne 63, avec cette différence qu'elle n'est nullement oolithique. La silice paraît, ici, avoir remplacé incomplètement le calcaire, qui s'est réfugié dans les vacuoles de la roche, formées par des moules de coquilles. 83 et 84 rappellent beaucoup 72, et ont dû leur origine à un courant dérivé, peut-être, des récifs en voie de destruction, des rudistes de la mer turonienne. Les globigérines ont pullulé dans cette boue calcaire, et cela dans une mer qui ne devait être ni profonde, ni éloignée d'une côte.

Toutes les autres roches turoniennes indiquent les mêmes conditions océanographiques, avec la même richesse de faune tout autour de récifs d'une mer agitée (Pl. III, fig. 6, n.° 92).

Remarquons que de même que dans la craie turonienne et sénonienne du nord de l'Europe, les nodules siliceux (85) renferment des fragments de spicules de spongiaires empatés dans la masse calcédonieuse.

Les séries du Sénonien saumâtre 50 à 54 et 94 à 98 présentent des caractères différents. 50 à 54 sont des sédiments d'estuaire avec abondance de débris animaux plus ou moins désintégrés. 94 à 98 est composée de roches siliceuses concrétionnées et de calcaire marneux, avec nombreux débris de carapaces de cypris, indice de leur dépôt sous une faible lame d'eau.

Série tertiaire:

N.°s 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (pl. IV, fig. 7) oligocène; 110, 111, 112 (pl. IV, fig. 8), 113, 114, 115, 116 (pl. V, fig. 9) oligocène ou miocène; 8, 9, 10, 11, 12, 12*a*, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 22*a*, 23 miocène inférieur, et 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, lacustre moyen et supérieur.

Toutes les roches *oligocènes*, étiquetées de 1 à 7 (pl. IV, fig. 7) et

jusqu'à un certain point celles de la série 110 à 116 (n.° 112, pl. IV, fig. 8), ont un air de famille. Elles paraissent résulter d'un essai de sédimentation, terrestre ou lacustre dans un bassin qui ne devait pas avoir une grande étendue, et qui sans doute, avoisinait les montagnes. Elles ressembleraient même, jusqu'à un certain point, à des formations de remplissage de fissures, de poches analogues à celles où se formaient les minerais sidérolithiques des régions de l'Est et du Centre de la France. Les calcaires, souvent cristallins et presque chimiquement purs, ont aussi une tendance très évidente à la forme concrétionnée ou noduleuse que l'on rencontre si fréquemment dans les dépôts lacustres, ou terrestres; mais l'absence de débris fossiles autres que des traces (n.° 6), nous empêche d'insister sur la tendance que nous aurions à les regarder comme tels. Nous renonçons également à interpréter les formes figurées de l'échantillon n.° 112, (pl. IV, fig. 8).

Les échantillons du *Miocène inférieur* et *moyen* sont tous nettement marins, et appartiennent à des formations littorales plutôt que de mer profonde. Les éléments détritiques, sable quartzeux, fin, surtout, y jouent avec l'argile, un rôle important, mais qui varie suivant les échantillons; la proportion dans laquelle ils se trouvent mêlés avec le calcaire d'origine organique, test de coquilles, foraminifères, échinides, etc., est des plus variables. Dans certains échantillons, la proportion des éléments minéraux est minime, et ils sont presque entièrement formés de coquilles, ressemblant au calcaire grossier du Miocène du midi de la France; dans d'autres, la vase sableuse l'emporte au point que le sédiment mérite d'être qualifié de vaseux. La richesse en débris organiques a dû être, en général, très grande dans ces mers très agitées, et dans lesquelles les algues calcaires du type Lithothamnium ne paraissent pas avoir pu former de colonies bien florissantes, comme sur certains points du littoral algérien dans les fonds miocènes.

Les échantillons 11, 12, 13, paraissent ne pas appartenir à cette série, et se rapporter plutôt à la précédente, par la nature même du calcaire et l'absence de débris fossiles.

Dans la série de 24 à 57, mêmes remarques à faire au sujet de l'alternance des vases avec les calcaires marneux coquillers, tous sédiments marins, très riches en débris animaux, et qui nous paraissent si identiques avec ceux de la série prédédente, qu'ils nous semblent à première vue synchroniques.

Les foraminifères du type *Amphistegina*, les *Lithothamnium* en débris y sont aussi représentés.

Le lacustre moyen et supérieure, de 58 à 70, présente un carac-

tère différent. Il semble qu'il s'agit d'un bassin fermé, dans lequel le sable quartzeux et l'argile, si abondants dans les mers miocéniques du Portugal, ne pourraient arriver. Par contre, les différentes formes de la sédimentation calcaire lacustre s'y rencontrent.

Ce devaient être des lacs peu profonds, à fonds assez plats, que ceux où se déposaient des calcaires noduleux, concrétionnés, travertineux, englobant des touffes d'algues vertes des types *Rivularia, Nostoc, Batrachospermum* comme dans les n.os 60, 66 (pl. V, fig. 10, pl. VI, fig. 11 et 12), par exemple, ou empâtés de débris de tiges, probablement de *Chara*. Les coquilles y sont moins abondantes que dans les formations marines miocéniques, et leur test est toujours plus mince. La forme de sédimentation va de l'ébauche de nodule très petit, presque oolithique, au nodule ou à la concrétion plus ou moins achevée, au milieu de calcaire cristallin.

En somme cette série est parfaitement homogène, et d'une grande monotonie au point de vue paléontologique. Le calcaire y domine, sans qu'il soit nécessaire de rechercher son origine dans des sources chaudes; une puissante végétation d'algues vertes, avec des sources moyennement chargées de bicarbonate de chaux, suffisent pour expliquer son abondance et, comme il arrive souvent dans les bassins lacustres, les formations siliceuses n'y font pas défaut.

L'échantillon 70, qui s'y rapporte, est du reste aussi riche en débris d'algues que les précédents, et peut-être leur forme filamenteuse se prêterait-elle à l'hypothèse d'une source thermale siliceuse, qui aurait donné naissance à une roche silico-calcaire, riche en débris organiques, comme le sont celles des formations analogues de nos jours.

L'étude microscopique des *dolomies* et *calcaires dolomitiques* des terrains secondaires du Portugal, ne nous a pas donné jusqu'ici des résultats bien satisfaisants.

Cependant, grâce aux récents travaux de M. Choffat, complétés par de nombreuses analyses chimiques quantitatives de ces roches, nous avons pu faire quelques remarques intéressantes sur ce sujet.

Les roches dolomitiques du Portugal sont les unes non fossilifères, les autres fossilifères. Dans le premier cas, mieux que dans le second, les coupes microscopiques montrent la tendance à la formation d'individus cristallins, qui se manifeste dans toutes les roches dolomitiques sédimentaires ou non. Ces individus cristallins sont de grande ou de petite taille, et plus ou moins nettement rhomboèdriques. Ils ne sont jamais hyalins; leur masse est non seulement colorée par l'oxyde

de fer, mais encore nuageuse, opaque ou criblée de vacuoles remplies probablement de matières étrangères, qui nous les font comparer à une sorte d'éponge. Cependant il existe fréquemment (n.° 12, couches de Coimbre; n.° 20, lias ou malm), comme dans les dolomies du lias et de l'oolithe du plateau du Larzac, en France, des rhomboèdres, bien nets et assez gros, dont la zone périphérique est hyaline, tandis que l'intérieur est opaque et nuageux, par suite de la présence d'inclusions.

Les roches dolomitiques à grands éléments cristallins sont ordinairement vacuolaires. Celles qui n'admettent que de petits éléments cristallins, aux contours indiquant plus ou moins nettement des rhomboèdres, sont formées d'éléments plus serrés. Ces éléments sont également souillés de matières étrangères, logées dans les vacuoles, qui les rendent nuageux (Pl. VII, fig. 13 — n.° 12).

Le n.° 18 de la série dolomitique est le type de cette forme, la plus riche en magnésie 25,05 %, rapport de la magnésie à la chaux 1 à 0,92, d'après M. Choffat. On la rencontre dans le Trias de Lorraine, et spécialement dans quelques couches dolomitiques des marnes irisées.

Les deux formes cristallines de la dolomie peuvent se présenter dans une même coupe, et dans le n.° 13 de la série, elles accompagnent des formes figurées désintégrées, colorées en brun, ayant appartenu à des organismes, probablement des tests de coquilles; mais, en général, les formes organiques sont mal conservées dans les dolomies, par suite même, selon nous, de cette tendance à l'individualité des éléments cristallins. Cependant, on ne peut pas généraliser à cet égard, car le n.° 15, calcaire gris, en plaquettes, des couches de Coimbre, est riche en organismes, coquilles microscopiques entières, et débris plus ou moins reconnaissables, tout en comptant 19,56 % de magnésie.

La tendance à l'individualisation des éléments cristallins a peut-être été gênée dans ce cas par l'absence de vacuoles, ou de vides dans lesquels l'expansion des cristaux se fait plus facilement.

Nous devons nous demander, avant de pousser plus loin, si ces cristaux individualisés, grands et petits, sont bien de la dolomie typique, c'est-à-dire $Mg\,Co^3 + Ca\,Co^3$.

Pour y arriver, en dehors des mesures d'angles, et des propriétés optiques de polarisation, qui ne sont pas très applicables, puisqu'il s'agit de séparer la calcite dont l'angle de clivage est de 105, de la dolomie dont l'angle de clivage est 106, et que les cristaux sont rarement assez hyalins pour permettre d'observer, à la lumière polari-

sée, les teintes grises qui dominent dans la dolomie, nous avons employé la méthode suivante, basée sur les analyses chimiques quantitatives de la note de M. Choffat.

Le n.° 18 de la série des roches dolomitiques, couches de Coimbre *(S. Thiago de Cacem)* avec 25,05 de magnésie, a servi de type, de premier terme d'une série qui comprend: 24 de la même série avec 17,83 % de magnésie, 4 id. avec 12,92 %, 5 id. avec 9,46 %, 10 id. avec 4,75 %, 30 (turonien, id.) avec 0,68 %. Ces différentes roches, de teneur en magnésie connue, présentent au point de vue microscopique des différences évidentes.

Le n.° 18 est formé de grains cristallins, souvent à contours indiquant des rhomboèdres, opaques ou nuageux, fortement agrégés, sans ciment. Le n.° 24 (58 de la série du Lusitanien) est vacuolaire, composé d'un agrégat cristallin, opaque, dont les éléments sont difficiles à délimiter, compris dans une masse cristalline formée de rhomboèdres basés, selon toute probabilité, plus ou moins hyalins, et remplis de taches noires allongées suivant le sens des clivages.

Le n.° 4 de la série dolomitique de l'infralias est composé de parties grenues, opaques, ferrugineuses, disposées en flocons à contours arrondis, dans lesquelles on ne peut reconnaître aucun élément cristallin, au milieu desquelles on aperçoit des parties claires, cristallines, hyalines, formées de rhomboèdres, dont quelques-unes peuvent être attribuées à des débris de coquilles désintégrées.

Le n.° 5 de la même série, lumachelle ferrugineuse, ressemble beaucoup au précédent, mais les sections de coquilles désintégrées y sont plus nettes, et il y a du mica ou du gypse intercalé. Les parties grenues, opaques, ferrugineuses, sont ordonnées par rapport aux sections de coquilles.

Le n.° 10, couches de Coimbre, marnes durcies, gypseuses, ne montre que de rares formes cristallines, à contour indiquant un rhomboèdre, tachées de matières étrangères, au milieu d'un magma argilo-gypseux.

Quant au n.° 30 du Turonien (83 de la série crétacique), c'est une bouillie calcaire extrêmement fine, composée de débris organiques (foraminifères, coquilles) dans un ciment grenu, cristallin, très fin.

Par ce qui précède, on voit que l'individualisation cristalline, nette et évidente, va en diminuant d'un des termes de la série à l'autre, pour disparaître complètement dans le dernier, qui contient à peine des traces de dolomie.

Des résultats analogues ont été obtenus sur une série de roches

du Trias, du Lias, de l'Oolithe du Larzac (plateau central de la France), sur d'autres échantillons du Trias de Lorraine, du Permien des Vosges, du Carbonifère de la Cochinchine.

A ces résultats obtenus à l'aide de la micrographie, on peut ajouter les observations suivantes faites pour décéler, par la microchimie, la présence de la magnésie dans les roches. Mettant à profit la resistance de la dolomie à l'action des acides faibles, il est possible de la mettre à nu au milieu du calcaire qui la marque dans beaucoup de roches dolomitiques, en dressant une surface de la roche et projetant sur elle, pendant un certain temps, de l'eau acidulée d'acide chlorhydrique ($^1/_{20}$), pulvérisée.

Le n.° 18 de la série dolomitique, la plus riche en magnésie, n'a rien donné dans ces conditions, 4 et 8 de la série dolomitique, avec 12,92 et 19,24 de magnésie pour 100, sont attaqués dans des conditions telles que sur la surface d'attaque, on voit des vides correspondant souvent à des tests de coquilles, et on distingue, à la loupe, des rhomboèdres microscopiques à reflets de dolomie que l'on peut isoler et observer au microscope. Des roches dolomitiques, non dosées, du Corallien et du Bajocien du Larzac, ont été attaquées, dépolies, et la surface d'attaque montre à la loupe, comme les précédentes, de petits rhomboèdres de dolomie, brillants.

On peut encore, projetant l'eau acidulée sur des plaques minces de calcaire dolomitique, collées au baume, obtenir des préparations déchirées de trous qui indiquent la présence de la calcite mélangée à la dolomie. La calcite disparaît, la dolomie reste.

Il est évident que ces procédés ne donnent que des résultats approximatifs, mais ils sont cependant à apprécier dans certains cas. Nous avons même pu, en combinant ce procédé avec la coloration par l'hématoxyline, préparer des plaques de calcaire dolomitique siliceux du Bajocien du Larzac, sur lesquelles la silice, le calcaire, la dolomie se distinguent nettement: le calcaire correspondant aux vides, la silice étant blanche, et la dolomie colorée.

Enfin, nous devons indiquer ici un procédé microchimique plus ou moins applicable aux plaques minces, réussissant mieux sur les cassures fraiches des échantillons. Les roches dolomitiques, suivant notre collégue M. le professeur Schlagdenhauffen, attaquées par l'acide chlorhydrique, quand on a soin de se débarrasser, par la chaleur, de l'excès d'acide, donnent, avec une liqueur préparée à l'aide de 0 gr. 50 d'iode et une solution de potasse caustique au $^1/_{10}$ environ, employée au moment où elle commence à jaunir par dissolution d'un excès d'iode,

après prodution d'iodure de potassium, une couleur rouge due à du *biiodure de magnésium*, corps très instable. Cette réaction, très délicate, à l'avantage de se produire en présence du carbonate de calcium libre.

Nous avons essayé un certain nombre de roches dolomitiques, dosées ou non, par ce moyen. Le n.° 18 de la série, en particulier, a donné la réaction la plus prompte et la plus nette. Le n.° 31, turonien avec 17,56, s'est trouvé dans le même cas. Le n.° 9 de la série dolomitique (couches de Coimbre) avec 0,84 % de magnésie n'a pas donné lieu à cette réaction.

Les mêmes résultats ont été obtenus avec des roches dolomitiques, dosées ou non, de diverses provenances, Vosges, Lorraine, Larzac. Toujours la réaction a été d'autant plus sensible, que la teneur en magnésie était plus forte. Sans insister sur cette réaction, nous l'indiquons comme un moyen rapide d'essai pour reconnaître la présence d'une certaine quantité de magnésie dans les roches.

Quels sont les résultats pratiques à retirer de ces recherches? Peut-on, une ou plusieurs coupes de roches étant données, reconnaître sûrement qu'elles sont magnésiennes? Sans être absolument affirmatif, nous pensons qu'il est possible de reconnaître, dans toute roche qui présentera la structure des n.°s 18 du lias, et 24 (58 de la série tria-jurassique) du Lusitanien (pl. VII, fig. 14), la présence d'une forte proportion de magnésie. Il en est de même pour certaines roches des marnes irisées supérieures de Lorraine, dont la structure se rapproche du n.° 18. Les caractères qui serviront à les reconnaître sont la tendance à la formation de cristaux individualisés, plus ou moins fortement encastrés les uns dans les autres, avec des vacuoles, ou des parties nuageuses, opaques ou pointillées dans leur intérieur, et souvent une bordure hyaline. Ces caractères, auxquels il faut joindre la désintégration généralement complète des débris de fossiles ou des fossiles entiers, peuvent servir, dans une certaine limite, à émettre des idées sur la formation de cette substance minérale.

Les roches sans fossiles paraissent moins utiles, à ce point de vue, que celles avec fossiles. Cependant, le fait d'être formées d'éléments plus ou moins cristallins, dont la matière composante englobe beaucoup de matières étrangères, ne paraît pas insignifiant. Il peut être l'effet d'une sorte de précipité chimique formé lentement, et rien ne vient à l'encontre de l'idée que ce précipité a pu d'abord être de la calcite qui, peu à peu, s'est enrichie en sels de magnésie, dans les eaux troubles et concentrées où il se formait, jusqu'à devenir de la dolomie pure.

Les roches fossilifères viennent à l'appui de cette opinion. Elles ont été primitivement constituées de débris organiques, test de coquilles, foraminifères spathisés, etc., cimentés par de la calcite cristallisée, et souillés plus ou moins d'hydroxyde de fer et de matières argileuses. C'est ainsi que se présentent les roches normales du Lias, exemples n.° 4 (toarcien) et n.° 7 (bajocien). Puis viennent, comme second terme de la série, les roches du type du n.° 16 de la série dolomitique, dans lequel on rencontre çà et là des formes organiques conservées au milieu d'un agrégat cristallin bien formé et ayant les caractères de la vraie dolomie. Dans un autre terme de la série dolomitique, n.° 22, le test des coquilles a disparu; à leur place se trouvent des vides plus ou moins comblés par des enduits cristallins. Ces enduits cristallins peuvent avoir rempli complètement les vides laissés par les débris organiques et, chevauchant dans la masse, la pénétrant, ont fait disparaître à première vue toutes traces de fossiles.

C'est ainsi, selon nous, en ajoutant aux vides laissés par les formes organiques, les vides naturels de la roche, capillaires ou non, que s'est faite la dolomitisation des roches fossilifères, leur transformation en roches non fossilifères, et il est possible de retrouver la filiation des phénomènes naturels qui les ont amenées à ce point.

Du reste nous admettons volontiers que même après la dolomitisation progressive, de nouveaux phénomènes de dissolution ont pu se produire, qui ont substitué la calcite à la dolomie dans les fissures ou dans les parties moins fortement agrégées, sous forme de bandes hyalines, ayant l'apparence de mosaïques, dont les éléments sont des rhomboèdres plus ou moins réguliers, ou encore sous la forme de couches hyalines achevant extérieurement les rhomboèdres de dolomie.

Il ressort de ce qui précède que si dans certains cas, Trias et Lias, nous avons des tendances à admettre la dolomitisation rapide, quoique successive des roches, dans d'autres cas (Bajocien, Rauracien) c'est à la dolomitisation plus lente que nous nous arrêtons.

Quant à l'origine première de la dolomie, nous n'avons, malgré les nombreuses coupes très minces, et observations faites sur des échantillons de diverses provenances, rien remarqué qui puisse la faire dériver de l'action de microbes en colonies. Cependant, il est à remarquer qu'elle a souvent la structure d'une éponge imprégnée de matières étrangères, et dans bien des cas les rhomboèdres ont été achevés en deux temps, par addition d'un dépôt hyalin sur un dépôt nuageux et vacuolaire. Le noyau des rhomboèdres et, en général, tous les cristaux incomplets ou petits, seraient-ils l'œuvre d'infiniment pe-

tits? Leur œuvre terminée, le cristal aurait-il été achevé par les eaux circulant dans la masse? Quoiqu'il il en soit, la circulation d'eaux chargées de principes minéraux dans l'épaisseur de ces roches est évidente. Elles sont habituellement imprégnées de fer, leurs fissures sont comblées par de la calcite à l'aspect spathique et cristallin, bien différente des éléments cristallins de la dolomie.

EXPLICATION DES PLANCHES

Pl. I. Fig. 1.—N° 62. Roche de quartz bipyramidé du Dogger, près de Cantanhéde, avec filaments noirs associés, ayant l'apparence de spicules de spongiaires.

Fig. 2.—N° 12. Roche bathonienne oolithique de Serra do Bouro.

Pl. II. Fig. 3.—N° 13. Roche bathonienne de San Sebastião, près Porto de Moz.

Fig. 4.—N° 65. Calcaire du Cénomanien inférieur, à Cypris, des environs de Bellas.

Pl. III. Fig. 5.—N° 76. Calcaire cénomanien à *Neolobites Vibrayeanus* avec *Alveolina cretacea*.

Fig. 6.—N° 92. Calcaire turonien à *Acteonella gigantea*: avec lamelles de mica blanc.

Pl. IV. Fig. 7.—N° 7. Calcaire oligocène de Cortegaça avec élément calcitique cristallin, isolé.

Fig. 8.—N° 112. Calcaire oligocène ou miocène avec formes figurées ressem blant à des assemblages de cellules de bryozoaires.

Pl. V. Fig. 9.—N° 116. Calcaire oligocène avec éléments cristallins isolés et développés par accroissement.

Fig. 10.—N° 66. Calcaire du Miocène moyen, lacustre, de Pernes, avec touffes d'algues du type *Rivularia*.

Pl. VI. Fig. 11.—N° 66. Id. avec touffes d'algues du type *Batrachospermum*.

Fig. 12.—Id., id. avec algues attribuables au type *Nostoc*.

Pl. VII. Fig. 13.—N° 12. Calcaire dolomitique cristallin des couches de Coimbre. Traz-do-Outeiro (Obidos).

Fig. 14.—N° 58 de la série du Lusitanien, et n° 24 de la série dolomitique, entre Loulé et Faro.

Note.—Toutes les planches ont été faites sur les clichés de M. le professeur Godfrin.

fig. 1 (N.° 62)

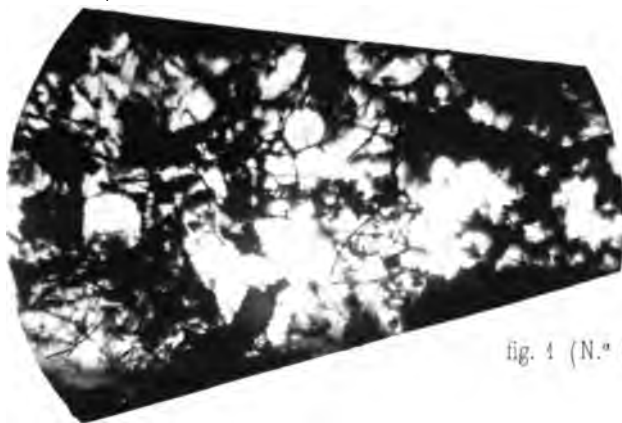
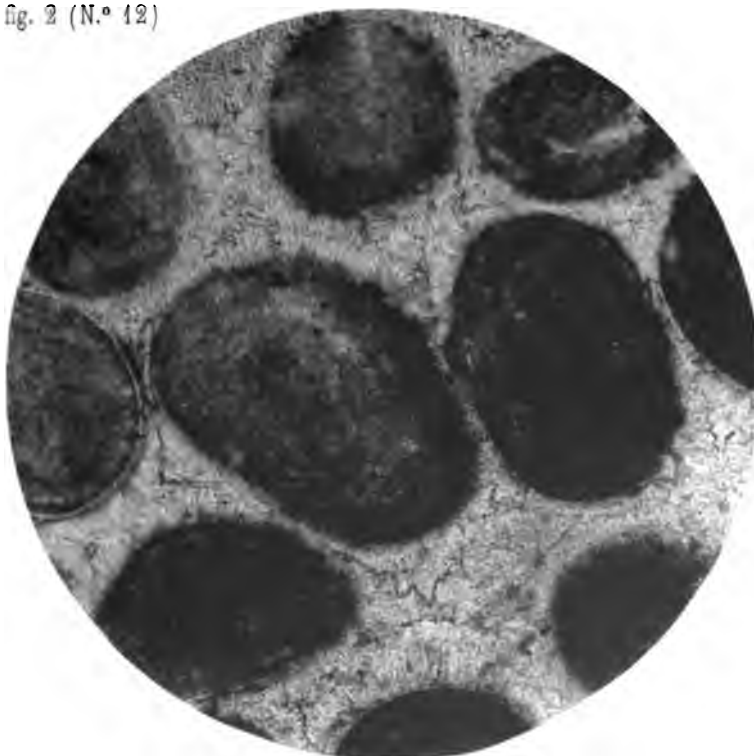
fig. 2 (N.° 12)

Cliché prof. Godfrin. *Phototyp. A. E. Amancio*

fig. 3 (N.º 13)

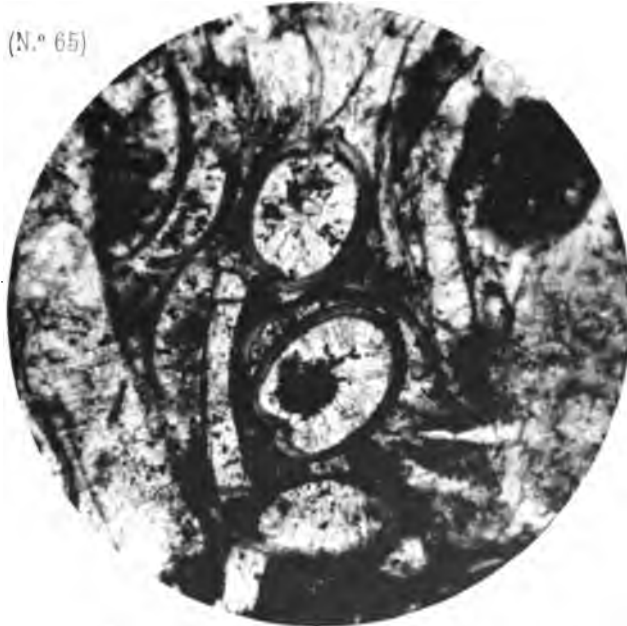
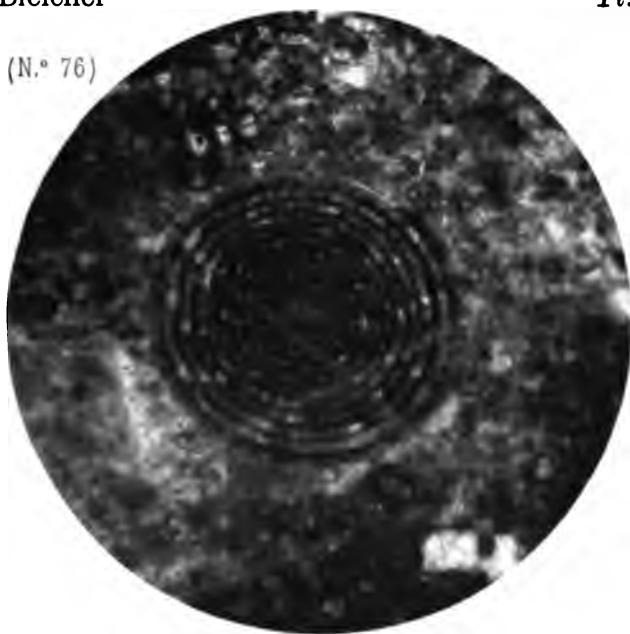
fig. 4 (N.º 65)

Cliché prof. Godfrin. *Phototyp. A. E. Amancio*

fig. 5 (N.° 76)

fig. 6 (N.° 92)

Cliché prof. Godfrin. *Phototyp. A. E. Amancio*

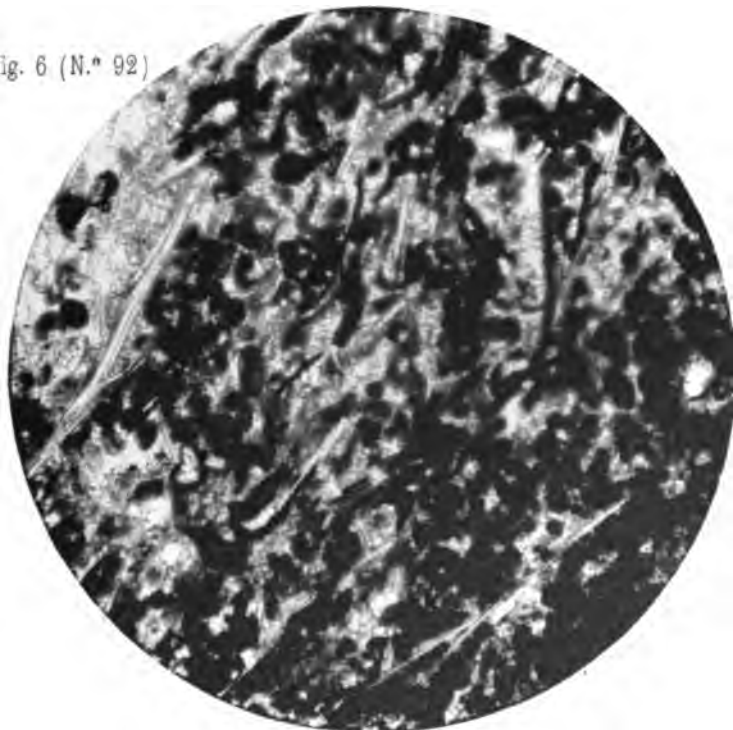



fig. 7 (N.º 7)

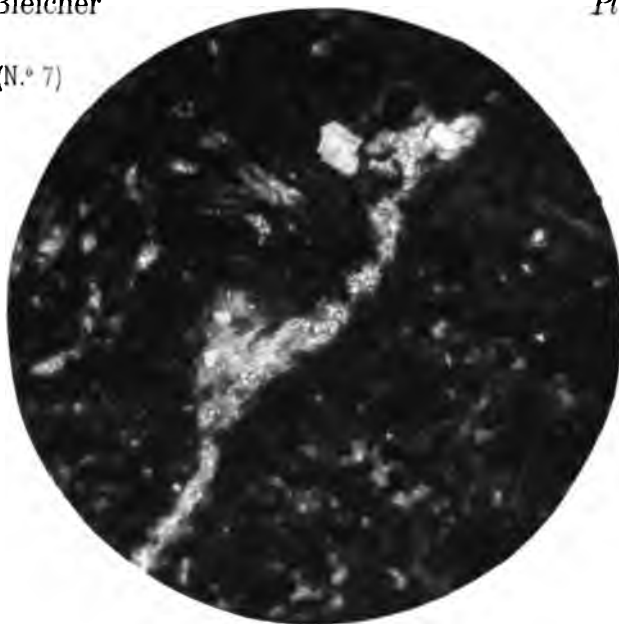



fig. 8 (N.º 112)

Cliché prof. Godfrin. *Phototyp. A. E. Amancio*

fig. 9 (N.º 116)

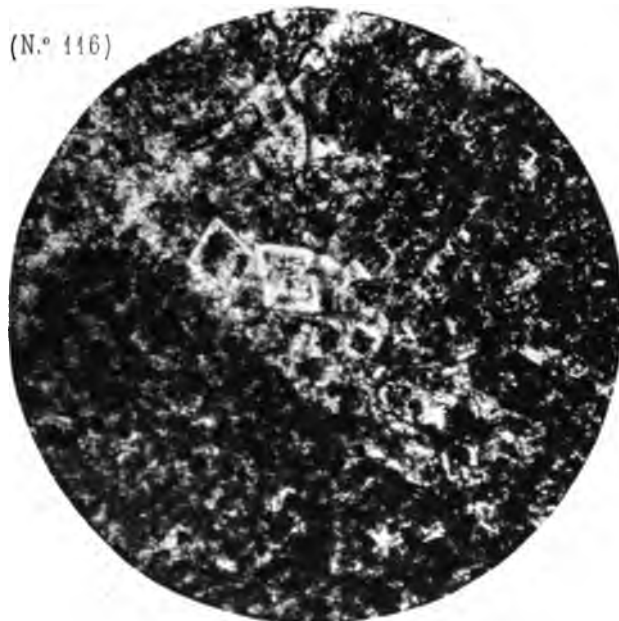



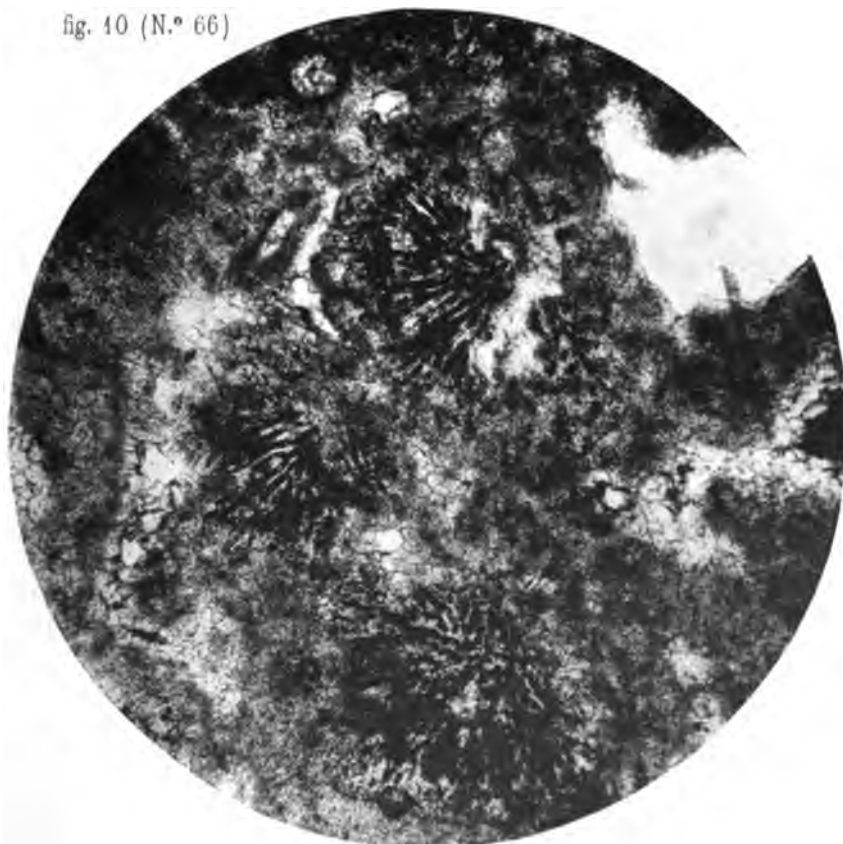
fig. 10 (N.º 66)

Cliché prof. Godfrin. *Phototyp. A. E. Amancio*

fig. 11 (N.º 66)

fig. 12 (N.º 66)

Cliché prof. Godfrin. *Phototyp. A. E. Amancio*

fig. 13 (N.° 12 dol.)

fig. 14 (N.° 58)

Cliché prof. Godfrin. *Phototyp. A. E. Amancio*

INDEX

XVIII

COMPOSIÇÃO DA «LIBOLLITE»

(Veja-se p. 244)

Completando a descripção do novo mineral do Libollo, posso emfim apresentar a sua composição elementar, resultado de duas analyses feitas no laboratorio de chimica mineral da Escola Polytechnica, testemunhando aqui o meu agradecimento ao seu dignissimo director o sr. conselheiro Achilles Machado, e ao preparador o sr. Annibal Noronha.

Composição elementar da «libollite»

	Incluindo as cinzas	Sem cinzas
H	7,83	8,412
O	8,80	9,415
Az	1,71	1,837
C	74,74	80,300
Cinzas	6,92	

As cinzas tratadas a quente pelo ClH concentrado deixaram um residuo não muito abundante, e o liquido corou-se intensamente pelo S Cy K.

As cinzas contêem pois pouca silica livre; quartzo, bastante ferro, provavelmente limonite, e muita argilla; composição que concorda perfeitamente com a da argilla um pouco ferruginosa, que acompanha a libollite em grandes pedaços, por isso ainda creio que as cinzas encontradas n'estas analyses (45 % das da primeira) são apenas impurezas misturadas n'este combustivel.

Para a comparação dos diversos asphaltites com o petroleo, apresento o seguinte quadro:

	I	II	III	IV	V
C	80,30	86,04	76,46	76,46	80,4
H	8,41	8,96	7,82	8,75	12,7
O	9,45	1,97	13,46	12,24	6,9
Az	1,84	2,93	—	1,70	—
Cinzas		0,10	2,26	0,85	0,89

I Libollite sem cinzas
II Albertite Albert Co. *
III Grahamite Virginia *
IV Asphalto Mar Morto *
V Petroleo Hannovre *

Lisboa, 3 de novembro de 1898.

J. P. Gomes

* J. Roth. *Allgemeine u. chemische Geologie*, II Band, pag. 665–668.

XIX

BIBLIOGRAPHIE RÉCENTE

DU

GROUPE DE «OSTREA JOANNÆ»

PAR

PAUL CHOFFAT

En 1886 [1], j'ai fait connaître deux Huîtres, *Ostrea Delgadoi* et *O. Joannæ*, se distinguant de toutes les formes connues, quoique leurs caractères généraux les rapprochent des *Alectryonia*. Les valves sont presque planes, très minces, plissées sur toute la surface. La première de ces espèces est très rare dans le Bellasien du Portugal, et la deuxième très abondante dans certains affleurements des couches à *Sauvagesia Sharpei*, que je considérais alors comme carentoniennes, et dont j'ai depuis lors démontré l'âge turonien.

Ce groupe se trouve aussi dans le Carentonien d'Angoulême (zone B de M. Arnaud). C'est une petite forme fournie par M. Arnaud à Coquand, qui l'a décrite sous le nom *O. Desori* (Monographie des Huîtres, p. 117), mais l'échantillon qu'il figure ne donne pas l'idée de la forme ordinaire, telle qu'elle ressort des échantillons de M. Arnaud et des échantillons qu'il a bien voulu me donner.

Depuis lors, ce groupe singulier a été signalé par M. Mayer-Eymar [2], dans le Nummulitique de l'Égypte, et M. Hill [3] a publié un *Ostrea Munsoni*, très rare dans les «Caprinula Limestone Beds» du Texas,

[1] *Recueil d'Études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal*, p. 34.

[2] *Vierteljahrschrift der Naturf. Gesellschaft*, Zurich, 1890, 35e vol., p. 177.

[3] *Proceedings of the biolog Soc. of Washington*, 1893, p. 105, pl. XII.

absolument analogue aux exemplaires à plis fins de *Ostrea Joannæ* du Portugal.

En 1894, M. George Boehm[1] a fait connaître, du col de Chiosi dans les Alpes vénitiennes, une Huître qu'il nomme *Ostrea aff. Munsoni*, mais qu'il ne réunit pas à *O. Joannæ*, parce que les plis de cette dernière lui paraissent être plus gros.

Deux années plus tard, M. Futterer[2] représente de nouveau cette espèce sous le nom *Pinna ostreæformis* et, en 1897, M. Boehm[3] maintient sa classification et figure des échantillons rostrés comme le sont les exemplaires de M. Futterer.

Quoique *Ostrea Joannæ* soit en général aminci vers le crochet, je n'ai jamais observé de rostre aussi allongé que ceux de M. Futterer, la fig. 17 de pl. II, montrant à peu près la forme la plus accentuée dans ce sens. Si ce rostre est la règle chez les exemplaires vénitiens, il pourrait peut-être motiver l'établissement d'une espèce nouvelle, qui ne serait pas à réunir à *O. Munsoni*, car cette dernière espèce ne me paraît pas devoir être séparée de *Ostrea Joannæ*.

La forme vénitienne se trouve immédiatement au-dessous du banc où les *Hippurites* font leur apparition; elle est accompagnée par des *Caprinula*, ce qui fait hésiter M. Boehm à ranger cette couche dans le Turonien, mais les couches à *Sauvagesia Sharpei* du Portugal, qui contiennent des *Caprinula* et *Ostrea Joannæ*, sont incontestablement turoniennes, comme je l'ai reconnu à la suite de l'étude du faciès ammonitique de la vallée du Mondego.

[1] *Palæontographica*, 41e vol., p. 56.
[2] *Palæontologische Abhandlungen*, vol. VI, p. 259.
[3] *Zeitschrift der d. geol. Gesellschaft*, vol. 49, p. 174.

(Reproduit de la *Revue critique de Paléozoologie*, 2e année, 1898, p. 179)

XX

BIBLIOGRAPHIA

1895
(Supplemento)

ANGOT.—*Sur le régime pluviométrique de l'Europe occidentale* (Annales de Géographie, t. v, p. 1-24, 1 carte).

Estatistica agricola do concelho de Moura.—(Bol. Dir. geral de agricultura, 6.° anno, n.° 2, p. 179-301).
(Analyse nos «Annales de Géographie», 6e année, p. 141).

GUILMIN (H.)—*Dans le Mossamedès, province d'Angola.* (Bull. Soc. géogr. comm. Paris, p. 318-335, 1 carte).

PETERS (C.)—*Das Deutsch-Ostafrikanische Schutzgebiet.* München, in-4.°, 467 p., 3 cartes.

WAUTERS ET BUYL.—*Bibliographie du Congo,* 1880–1895. Bruxelles, in-8.°, 353 p.

1896

Associação dos Engenheiros civis portuguezes.—*Relatorio da Direcção.* (Revista de obras publicas e minas, XXVII, p. 44-87).

BEHRENS (H.)—Analyse von: *P. Choffat. Sur les eaux minérales et les eaux thermales des régions mésozoïques du Portugal.* (Neues Jahrbuch, 1896, I, p. 421).

BENSAUDE, (Alfredo).—*Alguns topicos de uma theoria das anomalias opticas dos crystaes.* (Revista de sciencias naturaes e sociaes. Porto, t. IV, p. 73-94).

— *Die wahrscheinlichen Ursachen der anomalen Doppelbrechung der Krystalle.* Lissabon, 8.°, 57 p.
(Analyse de R. Brauns no «Neues Jahrbuch», 1897, II, p. 251).

Brandão (V. de Souza).—*Noch ein Wort über die bedingte Rationalität einer dreizähligen Symmetrieaxe.* (Zeitschrift für Krystallographie, xxvii, p. 545-555).
(Analyse no «Neues Jahrbuch», 1898, ii, p. 369).

Carte géologique internationale de l'Europe.—Feuilles 36 (A iv) et 29 (A v) 1:1.500.000.

Choffat (Paul).—*Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal.* (Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. Zurich, xli, p. 294-317, 1 carte).
(Analyse par V. Uhlig no «Neues Jahrbuch», 1888, ii, p. 308).
— *Traits généraux de la géologie des contrées mésozoïques du Portugal. 1re partie. Composition du sol.* (Revista de obras publicas e minas, xxvii, p. 133-161).
— *Sur les dolomies des terrains mésozoïques du Portugal.* (Communicações, t. iii, p. 129-144).

Figueiredo (F. A. de Almeida).—*Apontamentos de geologia agricola*, in-16°, Lisboa, 385 p.

Henriques (J.)—*Luiz Carlos José Gaston, marquez de Saporta.* (Bol. da Sociedade Broteriana, vol. xiii, p. 5 a 10, com retrato).

Kraatz-Koschlau (K. v.) und V. Hackman.—*Der Eläolithsyenit der Serra de Monchique, seine Gang- und Contact-Gesteine.* (Tschermak's mineralogische und petrographische Mittheilungen, vol. 16, p. 197-307, 2 pl.)

Lepierre (Charles.)—*Analyse chimica das lamas minero-medicinaes dos Cucos.* Lisboa, 8.°, 13 p.
— *Analyse chimica das aguas minero-medicinaes dos Cucos.* Lisboa, 8.°, 15 p.

Lima (Wenceslau de)—*Marquez de Saporta. Homenagem á sua memoria.* (Communicações, t. iii, p. i-xi com retrato).

Loriol (P. de)—*Description des Echinodermes tertiaires du Portugal, accompagnée d'un tableau stratigraphique par J. C. Berkeley Cotter.* (Mém. de la Direction des trav. géol., 4.°, 50 p., 13 pl.)
(Analyse in «Revista de sciencias naturaes», Porto, vol. v, p. 148 e no «Neues Jahrbuch», 1897, p. 567).

Peixoto (Rocha).—*Nota analytica sobre: J. F. N. Delgado. Note sur l'existence d'anciens glaciers dans la vallée du Mondégo.* (Revista de sciencias naturaes e sociaes, Porto, vol. iv, p. 160-161).
— *Nota sobre: P. Choffat. Promenade au Gerez.* (Idem, p. 107).

Penck.—Analyse de: *P. Choffat. Notes sur l'érosion en Portugal.* (Neues Jahrbuch, 1896, i, p. 409).

Plano hydrographico da barra do porto de Lisboa... novamente sondado e rectificado... em 1893. Escala 1:20.000.
(Examen critique dans les «Annales de géographie», 6e année, p. 142).

SARMENTO (F. Martins).— *R. Festus Avienus. Ora maritima.—Estudo d'este poema na parte respectiva ás costas occidentaes da Europa.* Porto, 1896, 164 p., 1 carta.

SAUVAGE (H. E.)—*Les Crocodiliens et les Dinosauriens des terrains mésozoïques du Portugal.* (Bull. Soc. géol. France, t. XXIV, p. XXIX à XXXI et 46-48).

— *Sur un ophidien des terrains crétaciques du Portugal.* (C. R. A. S., Paris, t. CXXII, n.° 5).

— *Présentation d'une note sur les Clastes du terrain Garumnien du Portugal.* (B. S. G. F., t. XXV, p. CCXLIX et p. 92 à 96, 1 pl.)

SILVA (A. J. Ferreira da)—*Memoria e estudo chimico sobre as aguas minero-medicinaes de Entre-os-Rios (Quinta da Torre).* Porto, 8.°, 101 p., 7 pl.

WARD (Lester Frank).—*Some analogies in the Lower Cretaceous of Europe and America.* (XVI[th] annual Report of the U. S. geological Survey). Chapitre: The mesozoic of Portugal, p. 510-540, 2 pl.

*

* *

ANDRADE (Alfredo Freire de)—*Reconhecimento geologico dos territorios portuguezes comprehendidos entre Lourenço Marques e o Zambeze.* (Revista de obras publicas e minas, t. XXVII, 1896, p. 316-529).

BARRAT.—*Note sur les échantillons géologiques recueillis par le Dr. Herr au cours de la mission Clozel (dans le Nord du Congo français).* Annales de géographie, t. V, p. 318-321.

CORNET (J.)—*Les dépôts superficiels et l'érosion continentale dans le bassin du Congo.* (Bull. Soc. belge de géol., de paléont. et d'hydrologie, t. X, Mémoires, p. 44-116).

DOVE (K.)—*Deutsch-Südwest-Afrika.* (Petermans Ergzhefte, n.° 120, 93 p., 3 cartes).

EMMONS.—*Review of the geological Literature of the South African Republic.* Chicago. (The Journal of geology, t. IV, n.° 1).

HANN (J.)—*Klima von Loanda.* (Meteor. Zeitschr., XIII, p. 100-101).

— *Klimatabelle für die Walfishbay.* (Idem, p. 242-243).

JOHN (C. v.)—*Chemische u. petrographische Untersuchungen an Gesteine von Angra-Pequena, der Cap Verdischen Inseln, S[t] Vicente, von Cap Verde und von der Insel San-Miguel (Azoren).* Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, vol. 46, p. 279-292.

LAUNAY (L. de)—*Les mines d'or du Transvaal.*

LEPIERRE (Charles).—*Exame bacteriologico e chimico das aguas do Funchal.* Coimbra, 8.°, 16 p.

STROMER VON REICHENBACH, Dr. E.—*Die Geologie der deutschen Schutzgebiete in Africa*. 8°, München, 1896, 204 p., 3 cartes.

STRUBEN (F. P. T.)—*Geological Sketch-Map of Africa south of the Zambesi*. 1:2.534.400. London, 1896. One coloured geol. map. (4 Sheets in fol.) with letter press.

ZEILLER.—*Etude sur quelques plantes fossiles, en particulier* VERTEBRARIA *et* GLOSSOPTERIS *des environs de Johannesburg (Transvaal)*. Bull. Soc. géol. de France, t. XXIV, p. 349-378, 4 pl.

1897

ANGOT (A.)—*Régime des pluies de l'Europe occidentale*. (Annales du bureau central météorologique de France. Année 1895. Mémoires, p. 155-192, 13 cartes).

BAEDEKER (K.)—*Spanien und Portugal. Handbuch für Reisende*. Leipzig, in-12, LXXXII et 582 p., 6 cartes, 42 plans.

CARDOSO (Fonseca).—*Estação chelleana do valle d'Alcantara*. (Revista de sciencias naturaes e sociaes, t. V, p. 50-52).

CHOFFAT (Paul).—*Sur le Crétacique de la région du Mondégo.—Parallélisme entre le Crétacique du Mondégo et celui de Lisbonne. Le Garumnien en Portugal*. (Comptes rendus de l'Académie des sciences, Paris, 22 février et 8 mars).

(Analyse por W. de Lima in «Revista de sciencias naturaes e sociaes». Porto, vol. V, p. 139-142).

— *Faciès ammonitique et faciès récifal du Turonien portugais*. (Bull. Soc. géol. France, t. XXV, p. 470-478).

Analyse par M. Douvillé in «Revue de Paléozoologie», vol. I, p. 158.

— *O calcareo no solo portuguez*. (Relatorio do congresso viticola nacional. Vol. II, p. 175-184, 6 mappas).

— *Les eaux d'alimentation de Lisbonne*. (Bull. Soc. belge de géol., de paléont. et d'hydrographie. Bruxelles, t. X, p. 161-197).

CHOFFAT (Paul) E VASCONCELLOS (J. Leite de)—Mudança do nivel do Oceano. Convite geral aos leitores d'*O Archeologo*. (O Archeologo português, t. II, p. 301).

CZYSZKOWSKI.—*Les venues métallifères de l'Espagne*. (Portugal, Pyrénées, Corbières, Montagne noire, Maures, Corse, Sardaigne). Paris, 1897, 8.°, 436 p., 17 pl.

DELGADO (J. F. N.)—*Fauna silurica de Portugal.—Novas observações ácerca de Lichas (Uralichas) Ribeiroi* (avec traduction en français). Lisboa, Direcção dos trabalhos geologicos, 4.°, 34 p., 4 est.

Dias (Emilio).— *Manutenção militar.*—*Analyse chimica e bacteriologica de uma agua profunda do Terciario marino e lacustre de Lisboa destinada á laboração da nova padaria militar.* (Jornal das sciencias math. etc. Lisboa, t. v, p. 48-58).

Guerreiro (J. V. Mendes). — *Os climas e as aguas thermaes de Portugal.* (Jornal da Sociedade das sciencias medicas de Lisboa, p. 363-390, 3 pl.)

Lepierre (Charles).— *Analyse chimica das aguas minero-medicinaes de Luso.* Coimbra, 8.°, 14 p.

Lima (J. M. do Rego).— *Quelques mots sur les diaclases et les leptoclases et l'altération des roches.* Coimbra (O Instituto, 22 p.)

Pompecky (J. F.)— *Neue Ammoniten aus dem unterem Lias von Portugal.* (Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, vol. xlix, p. 636-661, pl. xxiii).

(Analyse no «Neues Jahrbuch», 1898, ii, p. 536).

Renevier.— *Chronographe géologique.* (Congrès géologique international, 6e session, Zurich, 4.°, p. 521-695, 13 tableaux).

Silva (A. J. Ferreira da)— *Memoria e estudo chimico sobre as aguas mineraes e potaveis de Moledo.* Coimbra, 8.°, 97 p.

Silva (Luiz Rebello da)— *Contribuição para o estudo das aguas chloretadas do paiz.* (Jornal das sciencias math. etc., t. v, p. 59-66).

Sousa (Francisco Luiz Pereira de)— *Subsidios para o estudo dos calcareos do districto de Lisboa.* (Revista de Engenharia militar, 95 p.)

*

* *

Cornet (J.)— *Observations sur les terrains anciens du Katanga faites au cours de l'expédition Bia-Francqui* (1891-93). (Annales Soc. géol. de Belgique, t. xxiv, Mémoires, p. 25-191, 1 pl.)

— *La géologie du bassin du Congo, d'après les connaissances actuelles.* (Mouvement géographique, 14e année, n.° 34).

Goffart (F.)— *Traité méthodique de géographie du Congo. Géographie. Hydrographie. Ethnographie. Productions naturelles. Organisation politique. Industrie. Commerce. Communications.* (Publication du Club Africain d'Anvers, 8.°, 219 p., 27 cartes).

Hauchecorne.— *Entdeckung von Kohlenlagern am Nyassa.* (Zeitschrift der d. g. G., vol. xlviii, p. 990 et 991).

Koenen (A. v.)— *Uber fossilien der unteren Kreide am Ufer des Mungo in Kamerun.* Göttingen (Abhandl. Ges. Wiss., gr. 4.°, 48 p., 4 Tafeln).

Launay (L. de)— *Les diamants du Cap. Historique, organisation financière et commerciale, géologie, mode d'exploitation et de traitement, comparaison avec les gisements du Brésil, de l'Inde, de Bornéo et d'Australie.* Paris. 8.°, 226 p., cartes.

LECOMTE (Padre Ernest).—*Plan'alto do sul de Angola.* (Bull. Soc. de geogr., serie 16, p. 223-248). Lisboa, 1897.
TIERNO (J.)—*Relatorio do veterinario do Funchal.* (Bol. da Dir. geral de Agricultura, 6.º anno, p. 1055-1136, 7 pl.)
(Analyse in «Annales de géographie», 7ᵉ année, p. 156).
VASCONCELLOS (Ernesto de)—*As colonias portuguezas.* Lisboa, C.ª nacional editora, 1896, 8.º, 441 p.
WIEDER (Padre).—*A região do Libollo.* (Portugal em Africa, n.º 35 [1896] 37, 38, 39 e 40, [1897]).

INDICE

COMMUNICAÇÕES

DA

DIRECÇÃO DOS SERVIÇOS GEOLOGICOS

DE

PORTUGAL

COMMUNICAÇÕES

DA

DIRECÇÃO DOS SERVIÇOS GEOLOGICOS

DE

PORTUGAL

Tom. IV

(com 5 estampas)

LISBOA

TYPOGRAPHIA DA ACADEMIA REAL DAS SCIENCIAS

1900-1901

PLANO ORGANICO DOS SERVIÇOS GEOLOGICOS

Approvado por decreto de 28 de dezembro de 1899
(«Diario do Governo», n.º 296, de 30 de dezembro do mesmo anno)

Artigo 1.º A actual Direcção dos trabalhos geologicos passará a denominar-se «Direcção dos serviços geologicos», ficando dependente da Direcção geral das obras publicas e minas.

Art. 2.º Os serviços da Direcção comprehendem:

1.º Os estudos e observações necessarias para a rectificação e publicação da carta geologica do reino;

2.º Os trabalhos necessarios para a preparação e publicação de cartas geologicas, em grande escala, de diversas regiões do paiz, acompanhadas de texto descriptivo, contendo o resumo da geographia physica da região representada, da successão estratigraphica das camadas, da sua composição lithologica, dos recursos mineraes, utilisaveis na industria e na agricultura, e os elementos principaes de geologia agricola;

3.º O levantamento de perfis e córtes do terreno nos pontos cobertos por depositos superficiaes e que sirvam para indicar a constituição do sub-solo;

4.º Os trabalhos necessarios para determinar a natureza e constituição dos terrenos, em que deva assentar qualquer edificio publico, ou ser executada qualquer outra obra, ou ainda d'aquelles em que se pretenda fazer a exploração de materiaes de construcção, quando esses esclarecimentos tenham sido officialmente solicitados.

5.º O estudo de uma determinada região sob um ponto de vista especial e utilitario, como o da existencia de aguas subterraneas, de depositos de argillas, substancias fertilisantes e outras;

6.º Quaesquer outros trabalhos de geologia, pura ou applicada, superiormente ordenados;

7.º A publicação de monographias, memorias ou quaesquer outros trabalhos scientificos dos assumptos a cargo da Direcção.

Art. 3.º Para a execução dos serviços technicos e auxiliares da Direcção haverá o seguinte pessoal dos quadros de obras publicas e minas:

1.º Um director, engenheiro, que superintenderá em todos os serviços, distribuindo-os pelo pessoal como julgar mais conveniente;

2.º Tres adjuntos, engenheiros;

3.º Dois conductores;

4.º Dois escripturarios.

§ 1.º O director poderá contractar, obtida a approvação do ministro, os preparadores, collectores e pessoal artistico que as necessidades do serviço exigirem, os quaes serão pagos pela verba, a que se refere o artigo 5.º.

§ 2.º À Direcção geral de obras publicas e minas poderá ser requisitado o pessoal que for indispensavel para a execução de quaesquer trabalhos extraordinarios.

§ 3.º Quando não haja nos quadros de obras publicas ou de minas engenheiros que se tenham dedicado, em especial, aos estudos e trabalhos de geologia, o governo poderá nomear para o logar de director um professor ou geologo de notoria capacidade, com a retribuição equivalente ao vencimento de engenheiro de 1.ª classe e pela respectiva dotação orçamental.

Art. 4.º É das attribuições do ministro a escolha e collocação do pessoal, tendo-se em attenção a sua aptidão especial para o bom desempenho dos respectivos serviços.

Art. 5.º O custeio dos serviços geologicos será feito pela verba que lhes for especialmente destinada no orçamento geral do estado, devendo o director imprimir-lhes o maximo desenvolvimento compativel com a quantia fixada para cada anno economico.

Art. 6.º O director dos serviços geologicos apresentará todos os annos, até ao dia 31 de julho, um relatorio circumstanciado dos trabalhos effectuados no anno economico findo, e formulará o programma dos que julgue conveniente emprehender em cada anno economico, indicando as verbas que para elles tiver por indispensaveis.

Art. 7.º Para os effeitos do artigo 2.º aproveitar-se-hão desde já as folhas da carta chorographica publicadas na escala de 1:100000, as minutas das folhas levantadas na escala de 1:50000, e bem assim quaesquer outras cartas parciaes em grande escala, já existentes, de varias regiões do paiz.

Art. 8.º As collecções anthropologicas e archeologicas existentes na Direcção dos trabalhos geologicos, com excepção dos exemplares que devam ser conservados como documentação de trabalhos por ella effectuados, serão distribuidos pela Escola medico-cirurgica de Lisboa e pelo Museu ethnologico portuguez.

Art. 9.º Será conservado o pessoal da Direcção dos trabalhos geologicos, sendo-lhe garantidos os actuaes vencimentos e prerogativas.

Art. 10.º O governo publicará regulamento e instrucções para a execução d'este decreto.

Art. 11.º Fica revogada a legislação em contrario.

Paço, em 28 de dezembro de 1899. = *Elvino José de Sousa e Brito.*

LES SERVICES GÉOLOGIQUES DU PORTUGAL

DE

1857 À 1899

Commissão Geologica, 1857-1868
Secção dos Trabalhos Geologicos, 1869-1886. Commissão dos Trabalhos Geologicos, 1886-1892
Direcção dos Trabalhos Geologicos, 1892-1899

Avec l'année 1899 se termine une période importante dans l'étude de la géologie du Portugal. Elle est marquée par la publication d'une nouvelle carte géologique, résumant les connaissances acquises, et en outre par un changement profond dans l'organisation de l'établissement (décret du 28 décembre 1899 [1]), et par une réduction de budget qui limiterait considérablement le champ d'études, si on ne revenait pas sur cette décision.

Dans ces circonstances, il nous a semblé utile de jeter un coup d'œil sur le passé, et de laisser un document indiquant brièvement l'état dans lequel se trouve notre Institut géologique, à la fin de cette longue période.

Nous le ferons sous forme de simples tableaux, prouvant beaucoup plus que de longues dissertations, et examinerons successivement:

a) Le personnel;
b) Les publications;
c) Les collections;
d) La bibliothèque.

---

[1] Ce décret est reproduit dans les pages précédentes.

a) LE PERSONNEL

Commissão Geologica de Portugal

1857 à 1868

La Commission géologique, organisée par décret du 8 août 1857, devait être constituée par deux membres directeurs et quatre membres adjoints, sous la présidence du directeur de la Commission des travaux géodésiques, qui n'avait à intervenir que par rapport aux relations de la Commission géologique avec le gouvernement. Les membres directeurs avaient liberté complète quant à la direction scientifique des travaux et aux relations avec l'étranger.

Le personnel scientifique, artistique et auxiliaire, qui a fait partie de cette Commission, est le suivant:

Président.—*Le conseiller Filippe Folque,* général de brigade, directeur de la Commission géodésique. (Nommé lors de l'organisation, en août 1857.)

Membres directeurs.—*Carlos Ribeiro,* capitaine d'artillerie, chef de la section des mines au Ministère des travaux publics. (Août 1857);

—*Francisco Antonio Pereira da Costa,* docteur en médecine, professeur de géologie et de minéralogie à l'École polytechnique de Lisbonne. (Août 1857.)

Membres adjoints.—*Joaquim Filippe Nery da Encarnação Delgado,* sous-lieutenant du génie. (Nommé en septembre 1857);

—*Antonio Augusto de Aguiar,* professeur substituant de chimie inorganique à l'École polytechnique de Lisbonne. (Septembre 1862 à avril 1864.)

Dessinateurs.—*Angelino da Cruz Silva e Castro, Theodoro da Motta, José Cordeiro de Araujo Feio,* et temporairement *Barros* et *Almada.*

Traducteur.—*Marcus Dalhunty.*

Commis.—*Carlos Metrass, Joaquim Rodrigues Guedes.*

Collecteurs.—*Manuel Hortelão, Manuel Roque d'Oliveira, Manuel Martins Pereira* et *João Alves.*

Portier.—*José Vasques.*

1868 à 1869

Après la dissolution de la Commission en février 1868, les ingénieurs Carlos Ribeiro et Nery Delgado furent chargés de continuer les études ayantt rait au tracé de la carte et de faire un rapport sur l'arborisation générale du pays, ainsi que de la détermination des espèces fossiles des divers systèmes de la série paléozoïque.

Le décret du 23 décembre 1868 remit la direction des études géologiques aux professeurs de la 7e chaire de l'École polytechnique, et ordonna l'incorporation dans le Musée national de Lisbonne, de tout le matériel scientifique, bibliothèque, instruments et mobilier de l'ancienne Commission géologique. Par le fait les ingénieurs précités étaient mis dans l'impossibilité de continuer les travaux dont ils étaient chargés.

Secção dos Trabalhos Geologicos

(5e section de la Direction générale des travaux géodésiques)

1869 à 1886

La Direction des travaux géodésiques, topographiques, hydrographiques et géologiques du royaume, organisée par le décret du 18 décembre 1869, comprenait six sections, dont la 5e avait à sa charge les études géologiques du pays.

Le personnel qui en a fait partie est le suivant:

Chef de la Section.—*Carlos Ribeiro* (jusqu'à sa mort, survenue en novembre 1882);

—*J. F. N. Delgado,* en premier lieu comme adjoint, puis comme chef, à partir du décès de C. Ribeiro.

Adjoints.—*Jorge Candido Berkeley Cotter,* entré en février 1870, et nommé plus tard adjoint, pour l'étude de la faune tertiaire;

—*Frederico Augusto de Vasconcellos Pereira Cabral,* nommé en juin 1877, mourut en septembre 1886;

—*Ricardo Henrique Wittnich,* nommé en juin 1877. Fut chargé de l'étude chimique des roches, puis en mai 1883 occupa le poste de secrétaire et de bibliothécaire;

—*José Maria do Rego Lima,* de février 1883 à septembre 1885;

Adjoints.—*Alfredo Ben-Saude.* Entré en avril 1883 comme minéralogiste et pétrographe;

—*Francisco de Paula e Oliveira,* chargé en janvier 1886 des études d'anthropologie et d'archéologie préhistorique.

Dessinateurs.—Les conducteurs de travaux publics *José Cordeiro de Araujo Feio, Luiz Filippe d'Almeida Couceiro, Emilio Claudino de Oliveira Pimentel, Francisco Maria de Macedo Munhoz* et *José Martins.* (En moyenne deux dessinateurs en activité.)

Commis.—*Carlos Calderon, Carlos Antonio da Silva.*

Photographe.—*Manuel Dias dos Santos.*

Collecteurs.—*Manuel Roque d'Oliveira* (décédé en juillet 1882), *João Alves, Antonio Mendes, Joaquim Scolla, José Carreira* et *Romão de Sousa.* (En général trois collecteurs en activité.)

Préparateur des collections.—*Thomaz d'Aquino Correia,* remplacé en décembre 1883 par *Nicolau Justiniano Chaves.*

Portier.—*Luiz José da Cunha.*

Paul Choffat, docteur-ès-sciences, professeur agrégé à l'École polytechnique fédérale et à l'Université de Zurich, étudia pour son propre compte les collections de la Section, en novembre et décembre 1878. A partir de janvier 1879, il fut chargé officiellement de l'étude des terrains mésozoïques, commission qui fut suspendue de juillet 1879 à juillet 1881.

Wenceslau de Sousa Pereira Lima, docteur-ès-sciences, professeur à l'Académie polytechnique du Porto, admis en mars 1884 sans rémunération pour l'étude de la paléophytologie.

Commissão dos Trabalhos Geologicos

1886 à 1892

Le décret du 28 juillet 1886 détacha les études géologiques de la Direction générale des travaux géodésiques, et les incorpora à la Direction générale des travaux publics et des mines. Son personnel scientifique devait être exclusivement choisi parmi les ingénieurs et les conducteurs du service des mines. Il fut composé de:

Inspecteur adjoint des mines.—*J. F. N. Delgado,* directeur de la Commission.

Ingénieurs subalternes.—*Alfredo Ben-Saude;*
— *Wenceslau de Sousa Pereira Lima,* nommé en avril 1880;
— *Francisco de Paula e Oliveira,* décédé en mai 1888.
Conducteurs ordinaires.—*Jorge Candido Berkeley Cotter;*
— *Luiz Filippe d'Almeida Couceiro.*
Secrétaire et bibliothécaire.—*R. H. Wittnich.*
Commis.—*Carlos Calderon.*
Photographe.—*Manuel Dias dos Santos.*
Collecteurs.—*Antonio Mendes, Joaquim Scolla, Romão de Sousa, Francisco Henriques, José d'Oliveira.* (Ordinairement trois en activité.)
Préparateur des collections.—*Nicolau J. Chaves.*
Préparateur de pétrographie.—*Hypolito Santos,* remplacé en août 1890 par *José Ferreira.*
Portiers.—*João Bento, Antonio Lucas.*

Géologue contracté.—*Paul Choffat.*

Direcção dos Trabalhos Geologicos

1892 à 1899

Le décret du 1er décembre 1892 remplaça la *Commission des travaux géologiques* par une *Direction des travaux géologiques,* institution indépendante, correspondant avec le ministre par l'intermédiaire du bureau des mines et de l'industrie, et devant être divisée en trois sections: services géologiques, paléontologiques et études d'archéologie et de préhistorique.

Directeur.—*J. F. N. Delgado,* inspecteur des mines de 1re classe.
Chef de la section de minéralogie.—*Alfredo Ben-Saude,* ingénieur chef de 2e classe, obtint son congé illimité en octobre 1898;
— *Vicente Carlos de Sousa Brandão,* ingénieur subalterne de 1re classe, admis en remplacement du précédent.
Chef de la section de paléontologie.—*Wenceslau de Sousa Pereira Lima,* ingénieur subalterne de 2e classe.
Chef intérinaire des études archéologiques.—*Jorge Candido Berkeley Cotter,* conducteur de 1re classe.

Ingénieur aspirant.—*Antonio Torres*. Admis comme surnuméraire en octobre 1897, et nommé ingénieur aspirant en septembre 1899.

Secrétaire et bibliothécaire.—*R. H. Wittnich*. A la retraite depuis septembre 1896;

—*Luiz Filippe d'Almeida Couceiro*, conducteur de 1re classe succeda au précédent.

Dessinateur.—*Henrique Loureiro*, du mois d'octobre 1895 à juillet 1899; *Pedro da Fonseca Guedes*, succéda au précédent.

Commis.—*Carlos Calderon*.

Photographe.—*Manuel Dias dos Santos*, décédé en avril 1897; *Joaquim Theodoro Coelho*, entré en mai 1897.

Portiers.—*João Bento, Antonio Lucas* décédé en mai 1895, *José d'Almeida*.

Géologue contracté.—*Paul Choffat*.

b) LES PUBLICATIONS

Publications de l'établissement, publications faites par son personnel en dehors du Service et notices basées sur des renseignements ou des échantillons fournis à des savants étrangers au Service[1]

Les publications de l'Institut sont formées par des monographies in-4°, paraissant sans numéro d'ordre, et par un journal in-8° *(Communicações)* renfermant des articles divers, ne paraissant pas à dates fixes. Il en a paru trois volumes.

Communicações da Direcção dos serviços geologicos. In-8°.

Tom. I, fasc. I, XII–168 pag., 3 est. Lisboa, 1885; fasc. II, 176 pag., 6 est. 1888.

Tom. II, fasc. I, XXX–128 pag., 14 est. 1889; fasc. II, 159 pag., 6 est. 1892.

Tom. III, fasc. I, XII–128 pag., 13 est. 1895-1896; fasc. II, XVI–174 pag., 8 est. 1896-1898.

---

[1] Nous ne pouvons naturellement pas y faire figurer les nombreuses consultations de géologie appliquée, faites à notre personnel, soit par des Services de l'État, soit par des particuliers, et qui prennent place dans des rapports imprimés, ou restant à l'état de manuscrits. Nous n'avons pas fait figurer les travaux des membres publiés antérieurement à leur entrée dans le Service, ou concernant des pays étrangers, comme le mémoire de F. de Vasconcellos sur la province de S. Pedro do Sul (Brésil), de M. Choffat sur le Jura, etc. Par exception nous avons fait figurer un ou deux ouvrages publiés en 1900, mais dont tout le travail de rédaction appartient encore à la période se terminant en 1899.

Vertébrés fossiles

Sauvage (Dr. H. E.).—Les Crocodiliens et les Dinosauriens des terrains mésozoïques du Portugal. In-8°, 3 pag. Paris, 1896. *(Compte-rendu sommaire des séances de la Société géologique de France,* n.° 3, séance du 3 février.)

— Sur un Ophidien des terrains crétaciques du Portugal. *(Compte-rendu des séances de l'Académie des sciences de Paris,* tom. CXXII, 1896.)

— Note sur les Lépidostéidés du terrain garumnien du Portugal. *(Bulletin de la Société géologique de France,* 3e série, tom. XXV, 1897, 5 pag., 1 pl.)

— Contributions à l'étude des Poissons et des Reptiles du Jurassique et du Crétacique. In-4°, 47 pag., 10 pl. Lisbonne, 1897–1898.

— Les Reptiles et les Poissons des terrains mésozoïques du Portugal. *(Bulletin de la Société géologique de France,* 3e série, tom. XXVI, 1898, 5 pag.)

Flore fossile

Bunbury.—Voyez PALÉOZOÏQUE, Ribeiro, 1853.

Ficalho (Comte de).—Considérations au sujet de la notice de M. Oswald Heer «Aperçu sur la flore tertiaire du Portugal». In-8°, 8 pag. Lisbonne, 1884. *(Compte-rendu de la 8e session du Congrès international d'anthropologie, etc.,* pag. 129–136.)

Geinitz (H. E.).—Die fossile Flora in der Steinkohlen-Formation von Portugal nach B. A. Gomes. In-8°, 11 pag. Stuttgart, 1867. *(Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.* Jahrgang 1867, pag. 273–283.)

Gomes (Bernardino Antonio).—Vegetaes fosseis. Flora fossil do terreno carbonifero das visinhanças do Porto, serra do Bussaco e Moinho d'Ordem, proximo a Alcacer do Sal. (Avec traduction française en regard). In-4°, 46 pag., 6 est. Lisboa, 1865.

— Flora fossil do terreno carbonifero das vizinhanças do Porto, serra do Bussaco e Moinho d'Ordem proximo a Alcacer do Sal. Apontamentos pelo dr. H. B. Geinitz. In-8°, 12 pag. Lisboa, 1868. *(Jornal de sciencias mathematicas, physicas e naturaes,* tom. II, 1868, pag. 7–18.)

(Traduction de l'introduction de la note de M. Geinitz, augmentée d'une liste critique des espèces.)

Heer (Oswald).—Aperçu sur la Flore tertiaire du Portugal. In-8°, 10 pag. et un tableau. Lisbonne, 1880. *(Compte-rendu de la 9e session du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques en 1880.)*

— Contributions à la Flore fossile du Portugal. In-4°, XIV–51 pag., 23 pl. Lisbonne, 1881.

Lima (Wenceslau de).—Oswald Heer e a Flora fossil portugueza. In-8°, 20 pag., 1 fac-simile. Lisboa, 1887. *(Communicações da Direcção dos trabalhos geologicos de Portugal,* tom. I, fasc. II.)

— Monographia do genero Dicranophyllum (Systema carbonico). In-4°, 14 pag., 3 est. Lisboa, 1888. (Avec traduction en français.)

— Noticia sobre as camadas da serie permo-carbonica do Bussaco. In-8°, 24 pag. 1 est. Lisboa, 1889. *(Communicações etc.,* tom. II, fasc. II.)

— Estudo sobre o Carbonico do Alemtejo. In-8°, 21 pag., 1 est. Lisboa, 1895. (Idem, tom. III, fasc. I.)

— Notice sur une Algue paléozoïque. In-8°, 5 pag., 4 pl. Lisboa, 1895. (Idem, idem.)

— Marquez de Saporta. Homenagem á sua memoria (com retrato). Lisboa, 1895. (Idem, tom. II, fasc. II, pag I–XI.)

— Sobre uma especie critica do Rothliegendes. Porto, 1895. *(Revista de sciencias naturaes e sociaes,* vol. III, pag. 1–4.)

— En préparation: Flore fossile du Carbonifère de l'Alemtejo et du Nord du pays, et du Permien de Bussaco. (25 planches tirées.)

Saporta (Marquis de).—Sur les Dicotylées prototypiques du système infracrétacé du Portugal. In-4°, 5 pag. *(C. R. Ac. sc. de Paris,* tom. XVI, 28 mai 1888.)

— Sur de nouvelles flores fossiles observées en Portugal et marquant le passage entre les systèmes jurassique et infracrétacé. In-4°, 4 pag. (Idem, tom. CXI, 1er décembre 1890.)

— Sur les plus anciennes Dicotylées européennes observées dans le gisement de Cercal, en Portugal. In-4°, 4 pag. Paris, 1891. (Idem, tom. CXIII.)

— Nouveaux détails concernant les Nymphéinées. Nymphéinées infracrétacées. Paris, 1894. (Idem, tom. CXIX, pag. 835–888.)

— Nouvelles contributions à la Flore mésozoïque, accompagnées d'une Notice stratigraphique par **Paul Choffat**. In-4°, 288 pag., 40 pl. Lisbonne, 1894.

Paléozoïque

Ben-Saude (A.).—Note sur un tuf diabasique contenant des fossiles. In-8°, 4 pag. Lisbonne, 1892. *(Communicações etc.,* tom. II, fasc. II.)

Delgado (J. F. Nery).—Breves apontamentos sobre os terrenos paleozoicos do nosso paiz. In-8°, 26 pag. Lisboa, 1870. *(Revista de obras publicas e minas,* tom. I, n.° 1, janeiro.)

— Terrenos paleozoicos de Portugal. Sobre a existencia do terreno siluriano no Baixo Alemtejo. In-4°, 35 pag., 2 est., 1 carta. Lisboa, 1876. (Avec traduction en français.)

— Correspondance relative à la classification des schistes siluriens à Néréites découverts dans le sud du Portugal. In-8°, 9 pag. Lisbonne, 1879. *(Jorn. de sc. math. phys. e nat.,* n.° XXVI.)

Delgado (J. F. Nery).—Note sur les échantillons de Bilobites envoyés à l'Exposition géographique de Toulouse. In-8°, 3 pag., 2 pl. Toulouse, 1884. *(Bull. Soc. hist. nat. de Toulouse*, tom. XVIII.)

— Estudo sobre os Bilobites e outros fosseis das quartzites da base do systema silurico de Portugal. In-4°, 116 pag., 43 est. Lisboa, 1885. (Avec traduction en français.)

— —— Supplemento. In-4°, 75 pag., 12 est. Lisboa, 1885. (Avec traduction en français.)

— Fauna silurica de Portugal. Descripção de uma fórma nova de Trilobite, Lichas (Uralichas) Ribeiroi. In-4°, 31 pag., 6 est. Lisboa, 1892. (Avec traduction en français.)

— —— Novas observações ácerca de Lichas (Uralichas) Ribeiroi. In-4°, 34 pag., 4 est. Lisboa, 1897. (Avec traduction en français.)

— Contributions à l'étude des terrains anciens du Portugal. In-8°, 13 pag., 3 pl. Lisbonne, 1892. *(Communicações etc.*, tom. II, fasc. II.)

— Sur l'existence de la Faune primordiale dans le Alto Alemtejo. In-8°, 7 pag. Lisbonne, 1895. (Idem, tom. III, fasc. I.)

— En préparation: Description de la faune cambrienne (4 pl. tirées).—Descripção da fauna dos schistos de Nereites do Baixo-Alemtejo (51 pl. tirées.)

Lima (Wenceslau de).—Note sur un nouveau Eurypterus du Rothliegendes de Bussaco (Portugal). In-8°, 5 pag., 1 pl. Lisbonne, 1890. *(Communicações etc.*, tom II, fasc. II.)

Ribeiro (Carlos).—Estudos geologicos do Bussaco. *(O Atheneu*, pag. 410–413.)

— On the Carboniferous and Silurian Formation of the Neighbourhood of Bussaco in Portugal. With notes and a Description of Animal Remains by Daniel Sharpe, J. W. Salter, T. Rupert-Jones, and an Account of the vegetable Remains by Charles J. F. Bunbury. *(Quarterly Journal of the Geological Society of London*, vol. IX, 1853, pag. 135–161, 2 pl.)

— Noticia topographica e geologica da serra do Bussaco. *(Os banhos do Luso* de A. A. da Costa Simões. Coimbra—*O Instituto*, I, 1853, pag. 5.)

Ensemble du Mésozoïque

Choffat (Paul).—Sur quelques points importants de la géologie du Portugal. *(Actes de la Société helvétique des sciences naturelles*, pag. 62–64. Neuchatel, 1885.)

— Recherches sur les Terrains Secondaires au Sud du Sado. In-8°, 91 pag., 2 pl. Lisbonne, 1887. *(Communicações etc.*, tom. I, fasc. II.)

— Notice stratigraphique sur les gisements de végétaux fossiles dans le Mésozoïque du Portugal (Deuxième partie des «Nouvelles contributions à la Flore fossile du Portugal», par le **marquis de Saporta**). In-4°, 59 pag. Lisbonne, 1894.

— Traits généraux de la géologie des contrées mésozoïques du Portugal. *(Rev. de obr. publ. e minas*, 1896, vol. XXVII, 29 pag.)

Choffat (Paul) — Sur les dolomies des terrains mésozoïques du Portugal. In-8°, 15 pag. Lisbonne, 1896. *(Communicações etc.,* tom. III, fasc. II.)

— Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal. In-8°, 24 pag., 1 pl. Zürich, 1896. *(Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.* XLI.)

Loriol (P. de).— Note pour servir à l'étude des Echinodermes. *(Recueil zoologique suisse,* tom. I, pag. 606–638, pl. 31–34. Genève, 1884.)

Ribeiro (Carlos).—Voyez à GEOLOGIE APPLIQUÉE: Reconhecimento geologico, etc. 1857.

Jurassique

DESCRIPTION DE LA FAUNE JURASSIQUE DU PORTUGAL.

Choffat (Paul).— Céphalopodes. 1ère série. Ammonites du Lusitanien de la contrée de Torres Vedras. In-4°, 82 pag., 20 pl. Lisbonne, 1893.

— —— Mollusques Lamellibranches. Premier ordre. Siphonida. 1ère livraison. In-4°, 39 pag., 9 pl. Lisbonne, 1893.

— —— Deuxième ordre. Asiphonidae. 1ère livraison, 36 pag., 10 pl. Lisbonne, 1885. 2e livraison, 40 pag., 10 pl. Lisbonne, 1888.

Loriol (P. de).— Echinodermes. 1er fascicule. Echinides réguliers. In-4°, 108 pag., 18 pl. Lisbonne, 1890.—2e fascicule et dernier. Echinides irréguliers. In-4°, 71 pag., 11 pl. Lisbonne, 1891.

Choffat (Paul).— Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal. 1ère livraison. Le Lias et le Dogger au Nord du Tage. In-4°, 72 pag. Lisbonne, 1880.

— De l'impossibilité de comprendre le Callovien dans le Jurassique supérieur. In-8°, 19 pag. Lisbonne, 1884. *(Jorn. de sc. math. phys e nat.,* n.° XXXVII, et *Communicações etc.,* tom. I, fasc. I.)

— Sur la place à assigner au Callovien. In-8°, 5 pag. Lisbonne, 1885. (Idem, n.° XI, et idem, tom. I, fasc. II.)

— Les Unio jurassiques du Portugal. *(Revista scientifica do Atheneu do Porto,* 1885.)

— Système jurassique, 1886–1887. *(Annuaire géologique universel,* t. III et IV. In-8°, Paris, 1887–1888.)

— Sur l'âge du rocher de Gibraltar. *(C. R. Soc. géol. de France,* 18 janvier, 1892.)

— Sur les niveaux ammonitiques du Malm inférieur dans la contrée du Montejnnto. Phases peu connues du développement des Mollusques. *(C. R. de l'Acad. des sc. de Paris,* 1893.)

— En préparation: Description stratigraphique du Jurassique supérieur (4 pl. tirées).— Description des Brachiopodes jurassiques (14 pl. tirées).

(Les publications du même auteur sur la chaine du Jura ne figurent pas dans cette liste.)

Pompeckj (J. F.).—Note sur quelques Ammonites du Sinémurien du Portugal. In-8°, 29 pag., 1 pl. Lisbonne, 1898. *(Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft,* vol. XLIX, et *Communicações etc.*, tom. III, fac. II.)

Ribeiro (Carlos).—Voyez à GÉOLOGIE APPLIQUÉE les mémoires sur les mines de charbon du cap Mondégo et de Leiria et à DESCRIPTION DE CONTRÉES: Breve noticia, etc. 1870.

Suess (Eduard).—Einige Bemerkungen über die secundären Brachiopoden Portugals. *(Sitzungsberichte der Math.-Naturw. Classe der k. k. Akademie der Wissenschaften.* 42e vol., pag. 589–594, 1 pl. Wien, 1860.)

Crétacique

RECUEIL D'ÉTUDES PALÉONTOLOGIQUES SUR LA FAUNE CRÉTACIQUE DU PORTUGAL.

Choffat (Paul).—Vol. I. Espèces nouvelles ou peu connues. Première série. In-4.°, 40 pag., 18 pl. Lisbonne, 1886.—Deuxième série. Les Ammonées du Bellasien, des couches à Neolobites Vibrayeanus, du Turonien et du Sénonien. In-4°, 46 pag., 20 pl. Lisbonne, 1898.

— En préparation: Troisième série, 10 planches tirées.

Loriol (P. de).—Vol. II. Description des Echinides. 1er fascicule. Echinides réguliers ou endocycliques. In-4°, 68 pag., 10 pl. Lisbonne, 1887.—2e fascicule et dernier. Echinides irréguliers ou exocycliques. In-4°, 54 pag., 12 pl. Lisbonne, 1888.

Choffat (Paul).—Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal. Première étude. Contrées de Cintra, de Bellas et de Lisbonne. In-4°, 68 pag., 3 pl. Lisbonne, 1885.

— —— 2e étude. Le Crétacique supérieur au Nord du Tage. In-4°, 287 pag., 11 pl. Lisbonne, 1900.

— Note sur le Crétacique des environs de Torres-Vedras, de Peniche et de Cercal. In-8°, 44 pag. Lisbonne, 1892. *(Communicações etc.*, tom. II, fasc. II.)

— Sur le Crétacique de la région du Mondégo.—Le Garumnien en Portugal. In-4°, 7 pag. *(C. R. des séances de l'Acad. des sc. de Paris.* 8 mars, 1897.)

— Faciès ammonitique et faciès récifal du Turonien portugais. In-8°, 8 pag. Paris, 1897. *(Bull. de la Soc. géol. de France,* 3e série, tom. XXV.)

— Bibliographie récente du groupe de «Ostrea Joannae». In-8°, 2 pag. Lisbonne, 1898. *(Communicações etc.*, tom. III, fasc. II.)

— Subdivision du Sénonien (s. l.) du Portugal. *(C. R. des séances de l'Acad. des sc. de Paris,* 17 avril, 1900, 3 pag.)

Douvillé (H.)—Études sur les Caprines. 1888. *(Bull. de la Soc. géol. de France,* 3e série, tom. XVI, pag. 699–730, 4 pl.)

— Sur les Rudistes du Gault supérieur du Portugal. 1898. (Idem, tom. XXVI, pag. 140–158.)

Loriol (P. de).— Notes pour servir à l'étude des Echinodermes. In-8°. *(Revue zoologique suisse*, tom. VIII, pag. 55-96, pl. VI et VII.)

Ribeiro (Carlos).— Voyez à GÉOLOGIE APPLIQUÉE : Reconhecimento geologico, etc., 1857.

Cénozoïque

Costa (F. A. Pereira da).— Molluscos fosseis. Gasteropodes dos depositos terciarios de Portugal. In-4°, 252 pag., 28 est. Lisboa, 1866-1867. (Avec traduction française en regard.)

Il y a au Musée national de Lisbonne 28 planches lithographiées représentant des fossiles du Tertiaire de Lisbonne, faites sous la direction du dr Pereira da Costa en vue de la continuation de cet ouvrage.

Cotter (J. C. Berkeley).— Contribuições para o conhecimento da Fauna terciaria de Portugal. Fosseis das bacias terciarias marinas do Tejo, do Sado e do Algarve. In-8°, 11 pag. Lisboa, 1879. *(Jorn. de sc. math. phys. e nat.*, n.° XXVI.)

— Liste critique des restes d'animaux tertiaires rencontrés dans le tunnel du Rocio, précédée de la coupe du Tertiaire de la galerie. In-4°, 17 pag. Lisboa, 1889. (In *Étude géologique du Tunnel du Rocio*, par **Paul Choffat**.)

— Tableau de la succession des horizons miocènes de Lisbonne, avec l'indication d'affleurements parallèles au Sud du Tage. (In **Loriol**, *Echin. tertiaires*, 1896.)

— En préparation: Descripção do Terciario de Lisboa.

Choffat (Paul).— Excursion à Otta. *(Compte rendu de la 9e session du Congrès international d'anthropologie, etc. à Lisbonne en 1880*, pag. 61-67, 1 pl. Lisbonne, 1884.)

— Age du granite de Cintra. In-8°, 3 pag. Lisbonne, 1885. *(Communicações etc.*, tom I.)

— Observations sur le Pliocène du Portugal. In-8°, 5 pag. Bruxelles, 1889. *(Bull. de la Soc. belge de géol., de paléont. et d'hydrol.*, tom. III.)

— Note sur les tufs de Condeixa et la découverte de l'Hippopotame en Portugal. In-8°, 12 pag., 1 pl. Lisbonne, 1895. *(Communicações etc.*, tom. III, fasc. I.)

— Voyez aussi: Tunnel du Rocio à GÉOLOGIE APPLIQUÉE, et Le Crétacique supérieur au Nord du Tage.

Delgado (J. F. Nery).— Note sur l'existence d'anciens glaciers dans la vallée du Mondégo. In-8°, 28 pag., 2 pl. Lisbonne, 1895. *(Communicações etc.*, tom. III, fasc. I.)

Fontannes (F).— Note sur la découverte d'un Unio plissé dans le Miocène du Portugal. Gr. in-8°, 23 pag., 1 pl. Paris, 1883.

— Note sur quelques gisements nouveaux des terrains miocènes du Portugal et description d'un Portunien du genre Achelous. Gr. in-8°, 40 pag., 2 pl. Paris, 1884. *(Annales des sc. géol.*, tom. XVI.)

Girard (Albert A.).— Étude critique des animaux recueillis dans le sondage d'Alcantara. In-4°, 11 pag. Lisbonne, 1889. (In **Choffat**: *Tunnel du Rocio*.)

Loriol (P. de).—Description des Échinodermes tertiaires du Portugal accompagnée d'un tableau stratigraphique par **J. C. Berkeley Cotter**. In-4°, 50 pag., 13 pl. Lisbonne, 1896.

Mesquita (Egberto de Magalhães).—Apontamentos ácerca da região littoral comprehendida entre as lagôas de Mira e de Esmoriz (dunas d'Aveiro). In-8°, 11 pag. Lisboa, 1895. (*Communicações etc.*, tom. III, fasc. I.)

Ribeiro (Carlos).—Estudos geologicos. Descripção do terreno quaternario das bacias do Tejo e Sado. In-4°, 166 pag., 1 carta. Lisboa, 1866. (Avec traduction française en regard.)

— Note sur le terrain quaternaire du Portugal. (*Bull. soc. géol. de France*, tom. XXIV, 1867, pag. 692–717.)

— Des formations tertiaires du Portugal. In-8°, 24 pag. Paris, 1880. (*Compte rendu sténographique du Congrès international de géologie tenu à Paris en 1878.*)

Tournouër (R.).—Description de quelques nouvelles espèces de Coquilles fossiles des terrains tertiaires de l'Espagne et du Portugal. In-8°, 6 pag., 1 pl. Paris, 1879. (*Journal de Conchyliologie*, 3ᵉ série, tom. XIX, pag. 168–177, pl. VI.)

Vasconcellos (Frederico A. de).—Noticia sobre rochas estriadas da bacia do Douro. (*Rev. de obr. publ. e min.*, tom. I, 1870, pag. 27–31.)

— Estudo de depositos superficiaes da bacia do Douro. In-4°, 87 pag., 3 est. Lisboa, 1881.

— Résumé d'une étude sur quelques dépots superficiels du Douro. Présence de l'homme. Vestiges d'action glaciaire. (*Compte rendu de la 9ᵉ session du Congrès international d'anthropologie, etc.* Gr. in-8°, pag. 156–189, 4 pl. Lisbonne, 1884.)

— Vestigios glaciarios na serra da Estrella. In-8°, 26 pag. Lisboa, 1884. (*Rev. de obr. publ. e min.*, n.ᵒˢ 177 e 178.)

— Traces d'actions glaciaires dans la Serra d'Estrella. Roches striées, blocs erratiques, moraines. In-8°, 22 pag., 4 pl. Lisbonne, 1887. (*Communicações etc.*, tom. I, fasc. II.)

Préhistorique

Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques.—Compte rendu de la neuvième session tenue à Lisbonne en 1880. In-8°, 723 pag. 45 pl. Lisbonne, 1884.

Ben-Saude (Alfredo).—Note sur la nature minéralogique de quelques instruments de pierre trouvés en Portugal. In-8°, 18 pag. Lisbonne, 1884. (*Compte rendu de la 9ᵉ session du Congrès intern. d'anthrop. etc.*)

— Notice sur quelques objets préhistoriques du Portugal fabriqués en cuivre. In-8.°, 6 pag. Lisbonne, 1889. (*Communicações etc.*, tom. II, fasc. I.)

Choffat (Paul).—L'homme tertiaire en Portugal. In-8°, 12 pag., 1 pl. Genève, 1880. (*Archives des sciences physiques et naturelles*, tom. IV.)

Choffat (Paul).—Industrie préhistorique. (In *Tunnel du Rocio*. In-4°, 2 pag., 1 pl. 1889.)

— Sur une station préhistorique à Obidos et sur la dispersion de l'Ostrea edulis aux temps préhistoriques. In-8°, 3 pag. 1890. *(Communicações etc.,* tom. II, fasc. II.)

Costa (F. A. Pereira da).—Da existencia do homem em epochas remotas no valle do Tejo. Noticia sobre os esqueletos humanos descobertos no Cabeço da Arruda. In-4.°, 40 pag., 7 est. Lisboa, 1865. (Avec traduction française en regard.)

— Monumentos prehistoricos. Descripção de alguns dolmins ou antas de Portugal. In-4.°, 97 pag., 3 est. Lisboa, 1868. (Avec traduction française en regard.)

— Noticia de alguns martellos de pedra, e outros objectos, que foram descobertos em trabalhos antigos da mina de cobre de Ruy Gomes no Alemtejo. *(Jorn. de sc. math. phys. e nat.,* tom. II, 1868, pag. 75-79, 1 estampa.)

— Il y a au Musée national quelques planches sans texte se rapportant au préhistorique préparées par le dr. Pereira da Costa.

Delgado (J. F. Nery).—Da existencia do homem no nosso solo em tempos mui remotos provada pelo estudo das cavernas. Noticia ácerca das grutas da Cesareda. In-4°, 127 pag., 3 est. Lisboa, 1867. (Avec traduction française en regard.)

— Les grottes de Peniche et Casa da Moura, Portugal. Station et sépulture néolithique. *(Matériaux pour l'hist. primit. et natur. de l'Homme.* 16e année, 2e série, tom. XI, 7 pages. 1880.)

— La grotte de Furninha à Peniche. In-8°, 58 pag., 18 pl. Lisbonne, 1880. *(Compte rendu de la 9e session du Congrès intern. d'anthrop. etc.)*

— Les silex tertiaires d'Otta. Paris, 1889, 8° gr., 5 pag. *(Compte-rendu de la 10e session du Congrès intern. d'anthrop. etc.)*

— Grottes de Santo Adrião, dans le Nord du Portugal. 11 pag. (Idem.)

— Notice sur les grottes de Carvalhal d'Aljubarrota (Portugal), 5 pag. (Idem.)

— Relatorio ácerca da decima sessão do Congresso internacional de anthropologia e archeologia prehistoricas. In-4°, 46 pag. Lisboa, 1890.

— Reconhecimento scientifico dos jazigos de marmore e de alabastro de Santo Adrião e das grutas comprehendidas nos mesmos jazigos. In-8°, 11 pag., 1 est. Lisboa, 1887. *(Communicações etc.,* tom. II, fasc. I.)

— Noticia ácerca de um machado de pedra descoberto nas visinhanças de Porto de Mós. In-8°, 3 pag., 1 est. Lisboa, 1890. *(Revista archeologica,* tom. IV, n.° 7.)

Oliveira (F. de Paula e).—Note sur les ossements humains existants dans le Musée de la Commission des travaux géologiques. In-8.°, 13 pag., 1 pl. Lisbonne, 1887. *(Communicações etc.,* tom. II, fasc. I.)

— Nouvelles fouilles faites dans les kioekkenmoeddings de la vallée du Tage. (Mémoire posthume.) In-8°, 27 pag. Lisbonne, 1889. (Idem, idem.)

Oliveira (F. de Paula e).—Antiquités préhistoriques et romaines des environs de Cascaes. (Mémoire posthume.) In-8°, 27 pag., 3 pl. Lisbonne, 1889. (Idem, idem.)

— Caracteres descriptivos dos craneos da Cesareda. (Memoria posthuma.) In-8°, 10 pag., 1 tabella. Lisboa, 1889. (Idem, idem.)

Ribeiro (Carlos).—Descripção de alguns silex e quartzites lascados encontrados nas camadas dos terrenos terciario e quaternario das bacias do Tejo e Sado. In-4°, 57 pag., 10 est. Lisboa, 1871.

— Relatorio ácerca da sexta reunião do Congresso de anthropologia e de archeologia prehistorica verificada na cidade de Bruxellas no mez de agosto de 1872. In-4°, 91 pag. Lisboa, 1873.

— Sur les silex taillés découverts dans les terrains miocène et pliocène du Portugal. *(Congrès intern. d'anthrop. et d'archéol. préhist. tenu à Bruxelles en 1872*, pag. 95-99, pl. 3 à 5.) 1873.

— Sur la position géologique des couches miocènes et pliocènes du Portugal qui contiennent des silex taillés. (Idem, pag. 100-104.)

— Quelques mots sur l'âge du cuivre en Portugal. (Idem, pag. 503-504.)

— Estudos prehistoricos em Portugal. Noticia de algumas estações e monumentos prehistoricos. 2 vol., in-4°. 1.° vol. 72 pag., 21 est. Lisboa, 1878. 2.° vol. 86 pag., 7 est. Lisboa, 1880. (Avec traduction en français.)

— Quelques mots sur l'âge de la pierre en Portugal. In-8° gr. *(Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Paris, 1874.)*

— Discours du secrétaire général. In-8° gr., 7 pag. *(Congrès intern. d'antrop. et d'archéol. préhist. en 1880.)*

— Les kioekkenmoeddings de la vallée du Tage. In-8°, 15 pag., 4 pl. Lisbonne, 1880. (Idem.)

— L'homme tertiaire en Portugal. In-8°, 14 pag. Lisbonne, 1880. (Idem.)

Description de contrées, mouvements du sol, pétrographie et minéralogie

Ben-Saude (Alfredo).— Da incongruencia entre a observação e a theoria em alguns crystaes cubicos. In-8°, 86 pag. Lisboa, 1884.

— Anomalias opticas de crystaes tesseraes. In-8°, 54 pag., 3 est. Lisboa, 1885. *(Communicações etc.*, tom. I, fasc. I.)

— Note sur une météorite ferrique trouvée à S. Julião de Moreira près de Ponte de Lima (Portugal). In-8°, 12 pag., 2 pl. Lisbonne, 1888. (Idem. tom. II, fasc. I.)

— O diamante. Porto, 1892. *(Revista de sciencias naturaes e sociaes.* In-8.°, tom. II, n.° 8, 30 pag.)

— Beitrag zu einer Theorie der optischen Anomalien der regulären Krystalle. In-8°, VIII-43 pag. Lissabon, 1894.

Ben-Saude (Alfredo).—Note sur la corrosion d'un alun biréfringent. In-8°, 4 pag. Lisbonne, 1895. (*Communicações etc.*, tom. III, fasc. I.)

— Die wahrscheinlichen Ursachen der anomalen Doppelbrechung der Krystalle. (*Eine Erwiederung auf die Bemerkungen des Herrn Prof. R. Brauns.*) In-8°, 57 pag. Lissabon, 1896.

Bleicher (Dr. M. G.).—Contribution à l'étude lithologique, microscopique et chimique des roches sédimentaires, secondaires et tertiaires du Portugal. In-8°, 38 pag., 7 pl. Lisbonne, 1898. (*Communicuções etc.*, tom. III, fasc. II.)

— Structure et origine des dragées calcaires de la prise d'eau de Lisbonne et des mines de fer de Marbache et de Chaligny. (*Bull. Soc. des sciences de Nancy*, 1899, 3 pag.)

Choffat (Paul).—Nouvelles données sur les vallées tiphoniques et sur les éruptions d'ophite et de teschénite en Portugal. In-8°, 10 pag. Lisbonne, 1884. (*Jorn. de sc. math. phys. e nat.*, n.° XXXIX.)

— Age du granite de Cintra. In-8°, 4 pag. Lisbonne, 1885. (*Communicações etc.*, tom. I, fasc. I.) Dejà cité au CÉNOZOÏQUE.

— Portugal. Esquisse géologique. In-8°, 8 pag. Paris. (*Annuaire géologique universel*, tom. II, 1886.)

— Article: Géologie, in *Excursion aux îles Berlengas et Farilhões*, par **J. Daveau** et **A. Girard**. (*Bull. Soc. de géogr. de Lisbonne*, 4° serie, 1884.)

— Passeio geologico de Lisboa a Leiria. Versão do francez por **J. C. Berkeley Cotter**. (*Revista de educação e ensino*, n.° 7 do vol. VI, 1891, pag. 289–340.)

— Passeios geologicos nos arredores de Lisboa. (Idem, vol. VII, 1892, pag. 337–342 e 385–390.)

— Provas do deslocamento do nivel do Oceano em Vianna-do-Castello. (*Bull. Soc. géogr. de Lisbonne*, 13° série, 1894, 4 pag.)

— Promenade au Gerez. Souvenirs d'un géologue. In-8°, 18 pag. Lisbonne, 1894. (Idem.)

— Mudança do nivel do Oceano. (*O Archeologo portuguez*, vol. II, pag. 301 e vol. III, pag. 62. 1897–1898.)

— Aperçu de la géologie du Portugal. (In *Le Portugal au point de vue agricole*, 48 pag., 1 carte géologique à 1:2.000.000, 1 pl. de profils.)

Choffat (Paul) et **Mac-Pherson** (J).—Note sur les vallées tiphoniques et les éruptions d'ophite et de teschénite en Portugal par Paul Choffat. Description des roches par J. Mac-Pherson. In-8.°, 23 pag. Paris, 1882. (*Bull. Soc. géol. de France*, 3° série, tom. X.)

— En préparation: **J. F. N. Delgado** et **P. Choffat**.—Explication de la carte géologique du Royaume.

Gomes (Jacinto Pedro).—Mineraes descobertos em Portugal. In-8.°, 11 pag. Lisboa, 1898. (*Communicações etc.*, tom. III, fasc. II.)

Lima (Wenceslau de).— Os carvões naturaes. Monographia da familia dos Carbonidos. 1.ª parte. Estatistica dos carvões. (Dissertação inaugural para o acto da conclusão magna na faculdade de philosophia da Universidade de Coimbra. In-8°, 173 pag. Porto, 1882.)

Mac-Pherson (J.).— Estudo petrographico das ophites e teschenites de Portugal. In-8°, 24 pag. Lisboa, 1884. *(Jorn. de sc. math. phys. e nat.*, n.° XXXVIII.)

— Étude des roches éruptives recueillies par M. Choffat dans les affleurements secondaires au Sud du Sado. In-8°, 20 pag. Lisbonne, 1887. (*Communicações etc.*, tom. I, fasc. II.)

Ribeiro (Carlos) et **Costa** (F. A. Pereira da).—Indicazioni relative alla commissione di geologia nel Portogallo. Traduction en italien par **C. Negri**. *(Atti de la Societá italiana di scienzi naturali*, vol. VIII, 16 pag. Milano, 1865.)

Ribeiro (Carlos).— Descripção da costa maritima comprehendida entre o Cabo de S. Vicente e a foz do rio Douro. *(Rev. d'obr. publ. e min.*, tom. III, 1872, pag. 373–399, et tom. IV, 1873, pag. 33.)

— Breve noticia ácerca da constituição physica e geologica da parte de Portugal comprehendida entre os valles do Tejo e do Douro. In-8°, 18 pag. Lisboa, 1870. *(Jorn. de sc. math. phys. e nat.*, n.ᵒˢ VII et VIII.)

Îles et Colonies

Ben-Saude (Alfredo).— Note sur l'Azorite de S. Miguel (îles Açores). In-8°, 4 pag. Paris, 1888. *(Bull. de la Soc. franç. de minéralog.)*

Choffat (Paul).— Dos terrenos sedimentares da Africa portugueza e considerações sobre a geologia d'este continente. *(Bol. Soc. geogr. de Lisboa*, 7ᵉ série, 1887.)

— Kreide Ablagerungen an der Westküste von Süd-Africa. *(Neues Jahrbuch*, 1887, 1ᵉʳ vol., pag. 117).

— Note préliminaire sur des fossilles recueillis par M. Lourenço Malheiro dans la province d'Angola. *(Bull. Soc. géol. de France*, tom. XV, 1886, pag. 154–157.)

— Afrique australe et équatoriale, revue géologique pour 1887. *(Annuaire géologique universel*, tom. IV, pag. 635-652.)

— Coup d'œil sur la géologie de la province d'Angola. In-8°, 8 pag. Lisbonne, 1895. *(Portugal em Africa*, et *Communicações etc.*, tom. III, fasc. I.)

— Bibliographie et Analyses de publications sur l'Afrique, Timor, etc. (*Communicações etc.*, tom. I, pag. 338, tom. II, pag. XXII, tom. III, pag. 106 et 294; *Revista de sciencias naturaes e sociaes*, 1894–1895; *Annales de géographie*, 1893–1899.)

Choffat (Paul) et **Loriol** (P. de).— Matériaux pour l'étude stratigraphique et paléontologique de la province d'Angola. In-4°, 114 pag., 8 pl. Genève, 1888. *(Mémoires de la Soc. de phys. et d'hist. natur. de Genève*, tom. XXX, n.° 2.)

Cotter (J. C. Berkeley).—Noticia de alguns fosseis terciarios do archipelago da Madeira, acompanhada de outra noticia de alguns molluscos terrestres fosseis do mesmo archipelago por **Alberto A. Girard.** In-8°, 23 pag. Lisboa, 1892. *(Communicações etc.*, tom. II, fasc. II.)

— Noticia de alguns fosseis terciarios da ilha de Santa Maria no archipelago dos Açores. In-8°, 33 pag. Lisboa, 1892. (Idem, idem.)

Delgado (J. F. Nery).—Lista dos exemplares de mineraes, de rochas e de fosseis. (In **Capello e Ivens**, *De Angola á Contra-Costa*, 1886, pag. 465–473.)

Girard (A.).—Voyez Cotter, Madeira. 1892.

Gomes (Jacinto Pedro).—Échantillons de roches recueillis entre Benguella et Catoco (Province d'Angola), 5 pag.—O betume do Libollo (Provincia d'Angola), 6 pag.—Composição da «Libollite», 2 pag. In-8° Lisboa, 1898. *(Communicações etc.*, tom. III, fasc. II.)

Loriol (P. de).—Notes pour servir à l'étude des Echinodermes. *(Recueil zoologique suisse*, tom. IV, 1887, pag. 381, pl. XV, fig. 1.)

— Note sur la géologie de la province d'Angola. In-8°. *(Archive des sciences*, tom. XIX, pag. 67–71. Genève, 1888.)

Schlumberger (Charles).—Note sur les foraminifères fossiles da la province d'Angola. *(Bull. Soc. géol. de France*, tom. XVI, pag. 402–404.)

— Nota ácerca dos foraminiferos fosseis da provincia de Angola. In-8°, 4 pag. Lisboa, 1889. *(Communicações etc.*, tom. II, fasc. I.)

Welwitsch (Dr.).—Quelques notes sur la géologie d'Angola, coordonnées et annotées par **Paul Choffat**. In-8°, 19 pag., 4 pl. Lisbonne, 1888. *(Communicações etc.*, tom. II, fasc. I, pag. 125–128.)

Cartes géologiques d'ensemble

Verneuil et **Collomb.**—Carte géologique de l'Espagne et du Portugal. Paris, 1864 Echelle 1:1.500.000. (Données fournies par Carlos Ribeiro et Daniel Sharpe.).

Cartes basées sur les levés de MM. Ribeiro et Delgado, en vue de la carte de 1876

Carlos Ribeiro e **Joaquim Filippe Nery Delgado.**—Carta geologica de Portugal. Escala 1:500.000.—1876.

Le tirage de cette carte a été fait à deux époques différentes. Un petit nombre d'exemplaires a été imprimé en 1876 afin de la faire figurer à l'Exposition de Philadelphie; le deuxième tirage, qui est le principal, a eu lieu en 1878, il porte la date de 1876 quoique contenant quelques corrections ultérieures au premier tirage.

Gerardo A. Pery.— Carta geographica e geologica de Portugal. Escala 1:1.500.000. (In *Geographia e estatistica geral de Portugal e Colonias*. Lisboa, 1875.) Est basée sur la minute de la carte au 500.000[e], qui était sous presse à la même époque.

C. Ribeiro et **J. F. N. Delgado.**— Esboço de uma carta geologica de Portugal. Escala 1:2.250.000. Red. e gr. por Feio.— Cette carte destinée au 2[e] fascicule du «Livro do Lavrador», a été imprimée à l'Imprimerie nationale. 1879.

B. Barros Gomes.— Carta agronomica de Portugal, 1877. Echelle 1:2.250.000. (In *Cartas elementares de Portugal*. Lisboa, 1878.) Contient les grandes divisions géologiques.

F. de Botella y de Hornos.— Mapa geológico de España y Portugal.— Escala 1:2.000.000. Madrid, 1879.

Carta orographica e geologica de Portugal. 1:1.000.000. (In *Relatorio da Administração geral das Matas*, relativo ao anno economico de 1879–1880.)

Müller-Beck.— Geologische Karte von Portugal. 1:1.500.000. (In *Eine Reise dürch Portugal*. Hamburg, 1883.)

Portugal geologico. Escala 1:2.250.000. (In **Ferreira Deusdado.**— *Chorographia de Portugal*. Lisboa, 1893.)

Cartes basées sur les levés de MM. Delgado et Choffat

Comision del mapa geológico de España.— Mapa geológico de España. Echelle 1:400.000. Le Portugal, compris feuilles 5, 9 et 13 de l'édition en 16 feuilles, publiées en 1892, est colorié d'après la minute du Service géologique du Portugal ayant figuré en 1888 au Congrès géologique international de Londres.

— Mapa geológico de España. Echelle 1:1.500.000. Madrid, 1894.— Réduction de la carte précédente.

Carte géologique internationale de l'Europe. Echelle 1:1.500.000. Le Portugal, compris dans les feuilles 29 (A. v) et 36 (A. vi) publiées en 1896 à Berlin, est colorié d'après la minute du Service géologique du Portugal, ayant figuré au Congrès géologique international de Zurich en 1894.

Carta geologica de Portugal por **J. F. N. Delgado** e **Paul Choffat.** Escala 1:500.000. Levantada em parte sobre as folhas da carta chorographica do reino e em parte coordenada sobre a carta geologica publicada em 1876 por **C. Ribeiro** e **J. F. Nery Delgado.** 1899.

Portugal—Esquisse géologique d'après la Carte de MM. **Delgado** et **Choffat.** Echelle 1:2.000.000. (In *Portugal au point de vué agricole*. Lisbonne, 1900.)

Géologie appliquée

Choffat (Paul).—Condições geologicas do Cemiterio dos Prazeres. In-16°. *(Lisboa e o cholera,* 1884, pag. 58-61.)

— Étude géologique du tunnel du Rocio. Contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne. Avec un article paléontologique par **M. J. C. Berkeley Cotter** et un article zoologique par **M. Albert Girard.** In-4°, 106 pag., 7 pl. Lisbonne, 1889.

— Comparaison de deux projets de chemins de fer à Lisbonne. In-8°, 3 pag. Bruxelles, 1891. *(Bull. de la Soc. belge de géol., de paléont. et d'hydrol.,* tom. v.)

— Memorias de **Carlos Ribeiro** sobre os carvões dos terrenos mesozoicos do districto de Leiria e suas visinhanças, com uma introducção e annotações. In-8°, 75 pag. Lisboa, 1891. *(Rev. de obr. publ. e min.,* tom. XXII, n.[os] 262 a 264.)

— Exemplo frisante da importancia da utilisação dos dados geologicos na escolha dos traçados dos caminhos de ferro. In-8°, 10 pag., 1 carta. Lisboa, 1891. *(Communicações etc.,* tom. II, fasc. II.)

— Coup d'œil sur les eaux minérales et les eaux thermales des régions mésozoïques du Portugal. In-8°, 21 pag. Paris, 1893. *(Bull. Soc. géol. de France,* tom. XXI.)

— Contributions à la connaissance géologique des sources minéro-thermales des aires mésozoïques du Portugal. In-8°, 136 pag., 1 pl. Lisbonne, 1893.

— Resumo das condições hydrologicas da cidade de Lisboa. *(Bol. da Direcção geral de agricultura,* 6.° anno, n.° 1, 1895, 7 pag.)

— O calcareo no solo portuguez. *(Congresso viticola nacional,* 1897, vol. II, 10 pag., 6 mappas.)

— As nascentes thermaes das Taipas. *(O Commercio de Guimarães,* 1899, n.[os] 1306-1331.)

— Les eaux d'alimentation de Lisbonne, rapport entre leur origine géologique et leur composition chimique. In-8°, 1898, 54 pag. *(Bull. Soc. belge de géol.,* tom. X, et *Communicações etc.,* tom. III, fasc. I.)

— Algumas palavras ácerca de poços artesianos. In-8°, 24 pag. Lisboa, 1898. *(A Agricultura contemporanea,* tom. VIII et IX.)

— Les eaux souterraines et les sources (Conférence). In-8°, 20 pag. Lisboa, 1899. *(Boletim da Real Associação central de Agricultura portugueza.)*

— O abastecimento de agua da cidade de Guimarães *(O Commercio de Guimarães,* 1899.)

Delgado (J. F. Nery).—Reconhecimento scientifico dos jazigos de marmore e de alabastro de Santo Adrião e das grutas comprehendidas nos mesmos jazigos. In-8°, 11 pag., 1 est. Lisboa, 1887. *(Communicações etc.,* tom. II, fasc. I.)

Delgado (J. F. Nery).—Relatorio de um reconhecimento scientifico dos jazigos de marmore e de alabastro dos concelhos de Vimioso e de Miranda do Douro, e das grutas comprehendidas nos mesmos jazigos. (Appendice ao *Diario do Governo*, n.º 7, 1888.)

— Apontamentos para servirem de base ao estudo do projecto de abastecimento de aguas de villa da Figueira da Foz. In-8º, 9 pag. Lisboa, 1878. (*Rev. de obr. publ. e minas*, tom. x, pag. 269 e seguintes.)

— As aguas de Bellas. Reflexões ácerca do artigo «As aguas de Lisboa» publicado no vol. xxiv da *Rev. de obr. publ. e minas*. In-8.º, 10 pag. (*Rev. de obr. publ. e minas*, tom. xxv, 1894, pag. 72-81, com um quadro graphico da medição das aguas.)

— As aguas de Bellas. Discussão sobre este assumpto. 8 pag. (*Rev. de obr. publ. e minas*, tom. xxv, 1894, pag. 506-513.)

- Projecto de melhoramentos do porto de Lisboa. Parecer do socio da Associação dos engenheiros civis portuguezes. In-8º, 13 pag. (Idem, tom. xv, 1884, pag. 557-569.)

Lima (Wenceslau de).—Carvões portuguezes. (*Revista de Portugal*, tom. IV, n.º 22, pag. 453.) 1892.

Ribeiro (Carlos).—Considerações geraes sobre a grande conserva de agua projectada na ribeira de Carenque. In-8º, 22 pag. Lisboa, 1854.

— Reconhecimento geologico e hydrologico dos terrenos das visinhanças de Lisboa, com relação ao abastecimento das aguas d'esta cidade. In-8º, 159 pag., 1 carta. Lisboa, 1857.

Memorias sobre as minas de carvão dos districtos do Porto e Coimbra, e de carvão e ferro do districto de Leiria. In-8º, 163 pag., 6 est. Lisboa, 1858.

Ce recueil contient les mémoires suivants:
Mina de carvão de pedra de S. Pedro da Cova (1853).
Mina de carvão de pedra do Cabo Mondego (1853).
Mina de carvão de Valverde e de Cabeço do Veado.
Minas de carvão de pedra do districto de Leiria (1855).
Minas de ferro do districto de Leiria.

— Memorias sobre as minas de chumbo de S. Miguel d'Ache e Segura no concelho de Idanha-a-Nova e Castello da Ribeira das Caldeiras no concelho do Sardoal. In-8º, 52 pag., 1 carta. Lisboa, 1859.

— Memoria sobre o grande filão metallifero que passa ao nascente d'Albergaria-a-Velha e Oliveira d'Azemeis. In-8º, 53 pag., 1 carta. Lisboa, 1860.

— Memoria sobre o abastecimento de Lisboa com aguas de nascente e aguas de rio. In-4º, 119 pag. Lisboa, 1867.

— Relatorio sobre as minas de pyrite de ferro cuprico das cercanias da villa de Aljustrel e das minas do Sobral. (Em collaboração com os srs. **E. Carneiro de Andrade** e **A. A. d'Aguiar**.) In-8º, 156 pag. 1 carta. Lisboa, 1873.

— Relatorio sobre os trabalhos de exploração de aguas nas cercanias de Bellas e do Sabugo. (*Rev. de obr. publ. e min.*, tom. x, 1879, 76 pag., 1 planta.)

Ribeiro (Carlos) et **Delgado** (J. F. Nery).—Relatorio ácerca da arborisação geral do paiz. In-8°, 317 pag., 1 carta. Lisboa, 1868.

Vasconcellos (F. A. de).—Ensaios de combustiveis fosseis do districto de Leiria. 1866. *(Boletim do Ministerio de obr. publ., com. e ind.*, n.° 12, pag. 452-460.)

— Descripção da mina de anthracite do Pejão no concelho de Paiva. (*Rev. de obr. publ. e minas*, tom. VIII, 1877, pag. 290-311.)

Sujets divers

Un aperçu des travaux du Service géologique a été inséré dans les rapports annuels de l'Institut géographique et de la Direction générale des travaux géodésiques, qui lui succéda:

Relatorio dos trabalhos executados no Instituto geographico. (Annos de 1865 até 1868.)

Direcção geral dos trabalhos geodesicos, topographicos, hydrographicos e geologicos do reino. (Rapports pour les années 1868 à 1885.)

Rapport sur les travaux géodésiques, topographiques, hydrologiques et géologiques du Portugal. 1878.

Rapport des membres portugais des sous-commissions hispano-lusitaniennes en vue du Congrès géologique international devant avoir lieu à Bologne en 1881. —Unification de la nomenclature géologique. In-8°, 7 pag., décembre 1880. —Unification des figurés géologiques. 4 pag., janvier 1881. *(Communicações etc.*, tom. I, fasc. I, et *Compte rendu de la 2e session du Congrès géologique international.* Bologne, 1882.)

Réponse de la sous-commission portugaise à la circulaire de M. Capellini, président de la Commission internationale de nomenclature géologique. In-8°, 6 pag. Lisbonne, juillet 1883. *(Communicações etc.*, tom. I, fasc. I.)

Rapport de la sous-commission portugaise de nomenclature en vue du Congrès géologique international devant avoir lieu à Berlin en 1884. In-8.°, 14 pag. Lisbonne, mars 1884. *(Communicações etc.*, tom. I, fasc. I.)

Choffat (Paul).—Notice nécrologique sur Carlos Ribeiro. In-8°, 9 pag. Paris, 1883. *(Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, tom. XI.)

— Troisième session du Congrès géologique international. In-8.°, 16 pag. Lisbonne, *(Jorn. de sc. math. phys. e nat.*, n.° XLI.)

— Indicações provisorias sobre o modo de colligir exemplares geologicos. (Publicado pela Sociedade de Geographia de Lisboa. In-8°, 1887, 2 pag., 1 est.)

— A geologia na «Historia da Luzitania e da Iberia» pelo sr. **João Bonança**. *(Revista de educação e ensino*, 1889, n.° 6, pag. 262-270.)

Choffat (Paul).—Bibliographie géologique. Espagne et Portugal, 1886-1892. *(Annuaire géologique universel,* tom. III à X, 1887-1893).

— Esquisse de la marche de l'étude géologique du Portugal. In-8°, 20 pag. Porto, 1892. (*Revista de Portugal,* vol. IV.)

— Institutions et sociétés s'occupant de l'étude du sol en Portugal. *(Annales de géographie,* vol. IV, 1894, 9 pag.)

— Notes sur l'érosion en Portugal.—I. Sur quelques cas d'érosion atmosphérique dans les granites du Minho. In-8°, 6 pag., 4 pl. Lisbonne, 1895. *(Communicações etc.,* tom. III, fasc. I.)

— Bibliographia. 1893-1897. In-8°, 23 pag. Lisboa, 1898. (Idem, tom. III, fasc. II.)

Delgado (J. F. Nery).—Relatorio da commissão desempenhada em Hespanha no anno de 1878. In-4°, 24 pag. Lisboa, 1879.

— Relatorio e outros documentos relativos á commissão scientifica desempenhada em differentes cidades da Italia, Allemanha e França em 1881. In-4°, 73 pag. Lisboa, 1882.

— Relatorio ácerca da quarta sessão do Congresso geologico internacional, realisada em Londres no mez de setembro de 1888. In-4°, 62 pag. Lisboa, 1889.

— Considerações ácerca dos estudos geologicos em Portugal. In-8°, 13 pag. Lisboa, 1883. *(Communicações etc.,* tom. I, fasc. I.)

— As cavernas em geral e especialmente as de Santo Adrião em Traz-os-Montes. In-8°, 16 pag. Porto, 1892. *(Revista de Portugal,* vol. IV.)

Carlos Ribeiro. (Notice nécrologique). In-8°, 4 pag. *(Neues Jahrbuch für Mineralogie etc.,* 1883. II Bd.)

Ribeiro (Carlos).—O fogo do globo. (Castilho, *Os fastos de Ovidio.* Lisboa, 1862.)

c) LES COLLECTIONS

Les collections de notre Institut sont essentiellement formées par des documents pour l'étude du sol portugais.

Il n'y a qu'une faible partie qui soit exposée dans des meubles vitrés, sauf pour la collection d'archéologie préhistorique, car il n'y a jamais eu ni le mobilier, ni le personnel nécessaires pour leur donner la forme d'un musée. Ce qui a été fait comme installation, l'a été par les géologues du Service, en sacrifiant du temps précieux pour la continuation de leurs études.

Elles présentent les divisions suivantes:

Collection stratigraphique montrant la succession des strates dans les différentes parties du royaume.

Une faible partie de cette collection est disposée dans les meubles vitrés de la grande salle (armoires rayonnées et vitrines plates). Le reste est dans des tiroirs de la même salle et dans des planchettes fort mal accommodées dans les combles de l'édifice; la surface qu'il occupe correspond à 1200 mètres carrés.

Les couleurs des boîtes, contenant les échantillons, est en rapport avec les teintes stratigraphiques de la carte, ce qui a aussi lieu pour les autres collections.

Collection paléontologique. Cette collection disposée selon l'ordre zoologique, contient la plupart des types décrits, la figure publiée étant placée à côté de l'original. Le manque de place a obligé à la restreindre considérablement.

Elle est dans les meubles plats de la salle de stratigraphie, en partie sous verre, en partie dans des tiroirs.

Collection minéralogique, presque entièrement sous verre, occupe une salle spéciale avec la collection suivante.

Collection de pétrographie.

Collection de géologie appliquée (en formation).

Collection des colonies, ne contient encore que peu d'exemplaires, et se trouve en majeure partie dans des tiroirs de la salle de stratigraphie.

Collection étrangère, formée par des échantillons obtenus comme dons ou échanges pour servir de points de comparaison. La partie stratigraphique est conservée dans les tiroirs de la salle de stratigraphie, et la partie minéralogique, dans la salle qui lui correspond.

Collection d'archéologie préhistorique. Cette collection à laquelle il a été donné un développement considérable en vue du Congrès anthropologique international de 1880, est presque entièrement sous verre, dans une salle spéciale.

On peut y distinguer deux parties, l'une se rapportant à la géologie, occupe une superficie de 67 mètres carrés [1] et l'autre, purement archéologique, une superficie de 225 mètres. Les tiroirs représentent en outre une superficie de 40 mètres.

Nous avons encore à mentionner une *collection stratigraphique,* très résumée, exposée dans l'antichambre, dans quatre vitrines plates. Elle a été formée pour servir d'explication à la carte géologique.

---

[1] Rayons superposés dans des meubles vitrés.

Exemplaires types et exemplaires figurés se trouvant dans les collections du Service géologique

Les progrès de la Paléontologie ont amené une rigueur de détermination des espèces fossiles, dont on n'avait pas idée il y a une vingtaine d'années. De là, nait la nécessité de confrontation avec les fossiles originaux qui ont servi de types aux auteurs.

Malheureusement beaucoup de ces types ont disparu, ou bien sont disséminés dans diverses collections, si bien qu'il est fort difficile de découvrir leur parage.

Pour obvier à cet inconvenient, différents musées ont la coutume de placer la figure publiée à côté de son original, ce qui est d'un grand secours pour le paléontologiste qui a l'occasion de visiter ces musées, mais seulement pour celui-là.

Plus récemment plusieurs musées ont commencé la publication de listes des originaux qu'ils possèdent. La *British Association* a même nommé un comité pour le catalogage des types et des exemplaires figurés de tous les fossiles anglais.

Enfin tout dernièrement sur la proposition d'un paléontologiste français, bien connu, M. Daniel Œhlert, le Congrès international de géologie a nommé une commission chargée de la reproduction par phototypie[1] des anciens types et des premières figures qui en ont été données.

Nous n'avons pas voulu rester en arrière sur ce mouvement de facilitation des études, et donnons aujourd'hui des indications générales sur les types que possèdent les collections du Service, et sur les publications antérieures.

Nous pouvons nous borner à ces indications sommaires, car les études paléontologiques concernant le Portugal se limitent presque à ce qui a été fait par le Service de l'État ou par son entremise. Les originaux appartiennent en majeure partie à cet établissement.

Ces indications montreront aussi la grande valeur que les collections de cet établissement ont déjà acquises et combien leur dispersion serait préjudiciable à la connaissance du pays, et à la science en général.

---

[1] Notre Institut géologique a été un des premiers à employer la phototypie pour la publication des fossiles.

Malheureusement le commencement de division des collections de l'ancienne Commission géologique, en 1867, a déjà eu pour effet de faire égarer un certain nombre de types des premières publications.

Paléozoïque

Daniel Sharpe a publié deux notices contenant la description de fossiles siluriens, toutes deux ont paru dans le *Quarterly Journal* de la Société géologique de Londres. La première (1848) qui a trait à Vallongo, contient 6 espèces nouvelles, et la deuxième (1853) basée sur des fossiles qui lui furent envoyés par C. Ribeiro est faite en collaboration avec MM. J. W. Salter pour les Trilobites (3 espèces), Rupert Jones pour les Entomostracés (2 espèces), Bunbury pour les Végétaux (1 espèce). Sharpe lui-même décrivit 1 crustacé, 26 mollusques et 3 zoophytes. Ces fossiles se trouvent à la Société géologique de Londres.

Crustacés.—Wenceslau de Lima. 1890. *Sur un nouvel Eurypterus du Rothliegendes de Bussaco.* 1 espèce nouvelle.

— J. F. N. Delgado. 1891. *Sur l'existence de fossiles dans les schistes maclifères siluriens.* Une espèce de Trilobite.

— J. F. N. Delgado. 1892. *Descripção de uma fórma nova de Trilobite, Lichas (Uralichas) Ribeiroi.* 14 échantillons représentés, appartenant à 1 espèce nouvelle.

— J. F. N. Delgado. 1897. *Novas observações ácerca de Lichas (Uralichas) Ribeiroi.* Nombre d'échantillons représentés, 17.

Lamellibranches.—J. F. N. Delgado. 1891. *Sur l'existence de fossiles dans les schistes maclifères siluriens.* 2 échantillons appartenant à 1 espèce.

Zoophytes.—J. F. N. Delgado. 1891. *Exemplaire de Discophyllum du Silurien du Bussaco.* 1 espèce.

Végétaux.— B. A. Gomes. *Flora fossil do terreno carbonifero.* Nombre d'échantillons représentés 19, appartenant à 11 formes différentes. Ces échantillons sont au Musée national de Lisbonne, sauf l'original de *Dicranophyllum.*

— Wenceslau de Lima. *Monographia do genero Dicranophyllum.*

Nombre d'échantillons représentés 5, appartenant à 2 espèces dont 1 nouvelle. Les exemplaires de la pl. I sont au Musée national, celui de la pl. II existe à la Direction, celui de la pl. III à la Société d'instruction de Porto.

— J. F. N. Delgado. 1891. *Fossiles cambriens dans le Alto Alemtejo*. Échantillons représentés 5, appartenant à 1 forme nouvelle.

— Wenceslau de Lima. *Sur une Algue paléozoïque*. Nombre d'échantillons représentés 16, appartenant à 1 espèce nouvelle et genre nouveau.

Formes problématiques.—J. F. N. Delgado. 1876. *Sobre a existencia do terreno siluriano no Baixo Alemtejo*. Nombre d'échantillons représentés 10, appartenant à 3 types différents.

— J. F. N. Delgado. 1884. *Note sur les échantillons de Bilobites envoyés à l'Exposition géographique de Toulouse*. Nombre d'échantillons représentés 3, appartenant à 2 espèces.

— J. F. N. Delgado. 1886. *Bilobites e outros fosseis da base do Silurico*. Nombre d'échantillons de Bilobites et d'autres formes représentées 100, appartenant à 33 espèces, dont 7 nouvelles.

— J. F. N. Delgado. 1888. *Supplément* à l'ouvrage précédent. Nombre d'échantillons représentés 25 appartenant à 13 espèces, dont 5 nouvelles.

Jurassique

Les premières espèces décrites du Portugal sont deux *Trigonies* figurées par Goldfuss, et qui doivent faire partie du Musée de Bonn. Plus tard, Sharpe en fit connaître une vingtaine d'espèces qui se trouvent à la Société géologique de Londres.

En 1860, M. E. Suess[1] publia quatre espèces de Brachiopodes portugais, à la suite d'un envoi que lui fit l'ancienne Commission géologique, pour en obtenir les déterminations. Si les originaux de ces figures ne sont pas restés à Vienne, ils auront été égarés lors du transfert d'une partie des collections de l'ancienne Commission à l'École polytechnique.

Comme curiosité, il y aurait encore à mentionner une planche lithographiée à l'Académie des sciences de Lisbonne,[2] mais n'ayant pas

[1] Einige Bemerkungen über die secundären Brachiopoden Portugals (*Sitzungsb. der kais. Akad. der Wissenschaften*. Wien, tom. XLII).

[2] Découverte dans les archives de l'Académie par Mr. A. A. Girard.

paru dans ses publications. Elle représente 12 exemplaires de *Perna rugosa*, du Ptérocérin, et ressemble beaucoup comme exécution aux planches d'Eschwege et de Vandelli, publiées en 1831.

Vertébrés.—H. E. Sauvage. *Vertébrés fossiles. Contribution à l'étude des poissons et des reptiles du Jurassique et du Crétacique.* 18 formes décrites et figurées, dont 3 espèces nouvelles.

Céphalopodes.—Pompeckj. *Note sur quelques Ammonites du Sinémurien du Portugal.* Nombre d'échantillons représentés 9, appartenant à 5 formes dont 3 espèces nouvelles.

— Choffat. *Description des Ammonites du Lusitanien de la contrée de Torres-Vedras.* Nombre d'échantillons représentés 171, appartenant à 100 formes dont 34 espèces et variétés nouvelles.

Lamellibranches.—1er ordre. *Siphonidæ,* par Paul Choffat. Nombre d'échantillons représentés 106, appartenant à 32 espèces dont 8 nouvelles. Un genre nouveau.

— 2e ordre. *Asiphonidæ.* 1e et 2e livraisons. Nombre d'échantillons représentés 128, appartenant à 104 espèces dont 36 nouvelles.

Echinodermes.—P. de Loriol. 1890-1891. *Description de la faune jurassique du Portugal.* Nombre d'échantillons représentés 440, appartenant à 146 espèces dont 69 nouvelles. Cinq genres nouveaux.

Végétaux.—Oswald Heer. *Contributions à la flore fossile du Portugal.* Nombre d'échantillons représentés: 29 du Rhétien et 59 du Jurassique, appartenant respectivement à 5 et 17 espèces dont 14 nouvelles.

— Saporta et Choffat. *Nouvelles contributions à la flore mésozoïque.* 18 espèces du Rhétien et du Lias, dont 13 nouvelles; 88 espèces du Jurassique supérieur dont 84 nouvelles.

Crétacique

Les plus anciens fossiles crétaciques du Portugal qui aient été représentés sont, probablement, des Rudistes d'Alcantara figurés en 1831 par Eschwege dans les Mémoires de l'Académie des sciences de Lisbonne et dans «Karsten Archiv», 2e volume. Vandelli, chargé de

la publication à Lisbonne y ajouta quelques figures. Ces matériaux ont été perdus, mais le mal n'est pas grand, car ils étaient fort mal choisis et n'ont pas été décrits zoologiquement.

Vers 1840 Agassiz publiait deux dents de poissons, *Sphaerodus discus* et *Sph. oculus serpentis,* qu'il attribue au Crétacique. Les originaux provenaient de l'Algarve, et lui avaient été fournis par Münster. Nous ignorons ce qu'ils sont devenus; ils ne sont pas au Musée de Neuchâtel, d'après M. de Tribolet.

En 1849, Sharpe a publié une trentaine d'espèces de mollusques, et Forbes six espèces d'oursins, qui se trouvent à la Société géologique de Londres.

Plus tard encore, M. Bayle, puis M. Douvillé, ont publié différents Rudistes, dont les uns font partie des collections de l'École des mines de Paris, tandis que les autres appartiennent au Service géologique du Portugal.

Vertébrés.— Sauvage. *Note sur les Lépidostéidés du terrain garumnien* et *Contributions etc.* 38 formes diverses dont 11 espèces nouvelles.

Céphalopodes.— Choffat. *Faune crétacique,* vol. I. 1e e 2e séries. 40 formes, dont 1 genre et 22 espèces ou variétés nouvelles. 3 des échantillons figurés appartiennent au Musée national de Lisbonne.

Gastropodes.— Choffat. *Idem,* 1e série. 30 espèces dont 23 nouvelles. 6 des échantillons figurés appartiennent au Musée national.

Lamellibranches.— Choffat. *Idem.*— Douvillé. 1898. Sur les Rudistes du Gault supérieur du Portugal. 18 espèces dont 15 nouvelles.

Echinodermes.— P. de Loriol. 1884 et 1900. *Notes pour servir à l'étude des Echinodermes,* I et VIII.— 1887-1888. *Faune crétacique du Portugal.* Nombre d'échantillons représentés 216, appartenant à 91 espèces dont 57 nouvelles, 2 genres nouveaux. Quelques originaux appartiennent au Musée national.— Idem, Idem, note II, tom. IV, *Cidaris Capelloi,* espèce nouvelle d'Angola.

Végétaux.— Heer. *Contributions etc.* 80 échantillons représentés, appartenant à 23 espèces dont 19 nouvelles.

Cénozoïque

Les premiers fossiles du Tertiaire portugais ayant été publiés sont probablement quatre mollusques d'Almada représentés par F. E. Bowdich dans ses *Excursions dans les Isles de Madère et Porto Santo* (traduction française 1826).

Vandelli dans ses notes sur le mémoire d'Eschwege *(Mémoires de l'Académie des sciences de Lisbonne,* tom. XI, 1831) a figuré des crânes de Cétacés provenant d'Adiça, et quelques dents de vertébrés miocènes. Deux de ces crânes se trouvent au Musée national de Lisbonne.

G. B. Sowerby a décrit et figuré 26 espèces du Tertiaire de Lisbonne récoltées par James Smith et par Daniel Sharpe (On the Age of the Tertiary Beds of the Tagus — *Quarterly Journal of the G. S.,* tom. III, 1847, pl. XV à XX, read June 1841).

En 1849 Sharpe (Secondary Rocks of Portugal) a par mégarde introduit un fossile tertiaire parmi les fossiles mésozoïques, *Tellina lacunosa* Chemnitz, sous le nom de *T. Sobralensis,* pl. XXI, fig. 1.

Ces fossiles, décrits par des auteurs anglais, font partie des collections de la Société géologique de Londres.

En 1855 Oswald Heer publia sa description des végétaux fossiles de S. Jorge (rivage nord de l'île de Madère), dans laquelle il représente 59 échantillons appartenant à 25 formes différentes; et en 1864 Karl Mayer décrivit les mollusques des Açores et de Madère. Ces collections doivent faire partie du Musée de Zurich.

En 1867, M. J. F. N. Delgado publia sa *Notice sur les grottes de Cesareda,* contenant la représentation de 14 formes de vertébrés quaternaires. Les originaux se trouvent au Musée national de Lisbonne.

En 1866 et 1867 le dr. Pereira da Costa publia les deux premiers et uniques fascicules de sa *Description des fossiles tertiaires,* contenant 146 espèces figurées. Les originaux ainsi que ceux des 28 planches qui sont restées sans texte appartiennent au Musée national.

R. Tournouër publia en 1879 *(Journal de Conchyliogie)* trois espèces de Gastropodes de la nappe basaltique de Lisbonne, qui lui avaient été envoyés par C. Ribeiro. Les originaux se trouvent au Musée de l'École des mines de Paris.

Vertébrés. — P. Choffat. *Tufs de Condeixa.* Nombre d'échantillons du Quaternaire représentés 3, appartenant à *Hippopotamus major.*

Crustacés.— F. Fontannes. 1884. *Description d'un Portunien du genre Achelous.* Nombre d'échantillons représentés 5, appartenant à 1 espèce nouvelle.

Mollusques.— F. Fontannes. 1883. *Sur un Unio plissé.* Nombre d'échantillons représentés 2, appartenant à une espèce nouvelle.

— F. Fontannes. 1884. *Gisements nouveaux du Miocène du Portugal.* Nombre d'échantillons représentés 10, appartenant à 7 espèces ou variétés nouvelles.

— J. C. Berkeley Cotter. *Mollusques du basalte de Lisbonne.* Nombre d'échantillons représentés 50, appartenant à 4 espèces dont 1 nouvelle.

Echinodermes.— P. de Loriol. 1896. *Description des Echinodermes tertiaires du Portugal.* Nombre d'échantillons représentés 42, appartenant à 28 espèces, dont 8 et 1 variété nouvelles.

Les originaux de 4 de ces espèces appartiennent au Musée national.

Végétaux.—Oswald Heer. 1881. *Contributions etc.* Nombre d'échantillons représentés 100, appartenant à 37 espèces dont 11 nouvelles.

— Oswald Heer. *Bibliographie* par M. W. de Lima. Une variété nouvelle du Quaternaire dessinée par Heer, mais non publiée: *Trapa natans,* var. *tuberculata,* représentée par 3 échantillons.

d) LA BIBLIOTHÈQUE

La formation d'une bibliothèque géologique n'est pas une simple question d'argent. Beaucoup de livres, et même des plus importants, qui n'ont été publiés qu'en nombre restreint, ne se trouvent plus en librairie. Ce n'est qu'au décès de leurs possesseurs qu'il devient possible de les acquérir; il faut donc être aux aguêts et saisir les occasions lorsqu'elles se présentent. Heureusement que les fonds étaient abondants lors de la fondation du Service géologique, et que l'on acquit quantité d'ouvrages qu'il ne serait plus possible d'obtenir aujourd'hui.

A partir de 1885, la publication des *Communicações* et celle de mémoires se succédant à des intervalles moins longs qu'auparavant, nous attira quantité de demandes d'échange de la part d'Institutions analogues et de Sociétés savantes.

Nous sommes actuellement en échange de publications avec 131

établissements de l'étranger, sans compter plusieurs auteurs qui nous offrent leurs ouvrages en échange de celles de nos publications rentrant dans leurs spécialités.

Il y a pourtant bon nombre d'ouvrages publiées par des éditeurs, que l'on ne peut se procurer que par achat, et qui sont indispensables pour se maintenir au niveau de la science.

Liste des Institutions et des Sociétés savantes en relation d'échange de publications avec le Service géologique du Portugal

Europe

Allemagne

BERLIN.— K. geologische Landesanstalt und Bergakademie.
Jahrbuch. (Depuis le premier volume, 1880.)
— K. preussische Akademie der Wissenschaften.
Sitzungsberichte. (Depuis 1898.)
— Deutsche geologische Gesellschaft.
Zeitschrift. (Nous possédons cette publication depuis le 1er volume, 1849, mais ne la recevons en échange que depuis 1898.)
BONN.— Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande, Westfalens, etc.
Verhandlungen. (Depuis le volume XLI, 1884.)
— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
Sitzungsberichte. (Depuis 1895.)
BRESLAU.— Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
Jahresberichte. (Depuis le volume LXII, 1884.)
CLAUSTAL.— K. Bergakademie.
Programmes d'études.
FRANCFORT-SUR-LE-MEIN.— Senckenbergische naturforschende Gesellschaft.
Berichte. (Depuis 1894.)
FRIBOURG EN BRISGAU.— Naturforschende Gesellschaft.
Berichte. (Depuis 1855.)
HAMBOURG.— Naturhistorisches Museum.
Mitteilungen. (Depuis le volume VI, 1888.)
HANOVRE.— Naturhistorische Gesellschaft.
Jahresberichte. (Depuis 1850-1851.)
HEIDELBERG.— Grossherzogliche Badische geologische Landesanstalt.
Mitteilungen et *Geologische specialkarte.* (Depuis l'origine, 1890.)
KÖNIGSBERG.— Physikalische-Ökonomische Gesellschaft.
Schriften. (Depuis le volume XXVI, 1885.)
LEIPZIG.— Naturforschende Gesellschaft.
Sitzungsberichte. (Depuis 1886-1887.)
MULHOUSE.— Société industrielle de Mulhouse.
Bulletin. (Depuis le volume LV, 1885.)

MUNICH.— Königlich-Bayersches Oberbergamt. Geognostische Abtheilung.
Geognostische Jahreshefte et *Geognostische Karte*. (Depuis l'origine, 1888.)

NUREMBERG.— Naturhistorische Gesellschaft.
Abhandlungen. (Depuis le volume XI, 1898.)

STRASBOURG.— Geologische Landes-Untersuchung von Elsass-Lothringen.
Abhandlungen et *Mitteilungen*. (Depuis l'origine, 1875.)—*Geologische specialkarte*. (Depuis 1887.)

STUTTGART.—Verein für vaterländische Naturkunde in Würtemberg.
Jahreshefte. (Depuis le volume LV, 1899.)

WURZBOURG.— Physikalische-Medicinische Gesellschaft.
Sitzungsberichte. (Depuis 1884.)

Autriche-Hongrie

BUDAPEST.— K. ungarische geologische Anstalt.
Mittheilungen aus dem Jahrbuche. (Depuis le volume I, 1872.)—*Jahresberichte*. (Depuis 1884.)—*Zeitschrift* (Foldtani Közlöny). Depuis le volume XXIV, 1884.

— Ungarisches National-Museum.
Természetrajzi Fuzetek. (Depuis le volume IX, 1885.)

CRACOVIE·— Académie des sciences de Cracovie.
Bulletin international. (Depuis 1889.)—*Atlas Geologiczny Galicyi*. (Depuis 1887.)— *Sprawozdanie Komisyi Fizyograficznej*. (Depuis le volume XXV, 1890.)

VIENNE.— K. k. geologische Reichsanstalt.
Abhandlungen et *Jahrbuch*. (Depuis l'origine, 1852 et 1850.)—*Verhandlungen*. (Depuis 1869).—*Cartes géologiques*.

— K. k. naturhistorisches Hofmuseum.
Annalen. (Depuis l'origine, 1886.)

Belgique

BRUXELLES.— Commission géologique de Belgique.
Carte géologique de Belgique. (Depuis 1896.)

— Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie.
Bulletin. (Depuis l'origine, 1887.)

— Société royale malacologique de Belgique.
Procès-verbaux des séances. (Depuis le volume IX, 1880.)

LIÉGE.— Société géologique de Belgique.
Annales. (Depuis le volume XIII, 1887.)

Espagne

BARCELONA.— Real Academia de sciencias y artes.
Boletin. (Depuis l'origine, 1892.) — *Memórias inaugurales*. (Depuis 1888-1889.)

MADRID.— Comision del Mapa geológico de España.
Boletin et *Memórias*. (Depuis l'origine, 1874.)—*Mapa geológico de España*.

— Universidad central de España.
Discursos. (Depuis 1887.) —*Memórias estadisticas*. (Depuis 1879-1880.)

MADRID.— Sociedad española de Historia natural.
Anales. (Depuis le volume x, 1881.)—*Actas*. (Depuis 1897.)
— Sociedad geográfica de Madrid.
Boletin. (Depuis le volume XVIII, 1885.)—*Revista de geografia colonial y mercantil*. (Depuis l'origine, 1897.)

France

BESANÇON.— Société d'émulation du Doubs.
Mémoires. (Depuis l'origine, 1841.)
BÉZIERS.— Société d'étude des sciences naturelles.
Bulletin. (Depuis le volume XIV, 1891.)
BORDEAUX.— Société Linnéenne de Bordeaux.
Actes. (Depuis le volume XL, 1886.)
CAEN.— Société Linnéenne de Normandie.
Bulletin. (Depuis l'origine, 1886.)—*Mémoires*. (Depuis l'origine, 1825.)
CHAMBÉRY.— Société d'histoire naturelle de Savoie.
Bulletin. (Depuis l'origine, 1887.)
GRENOBLE.— Laboratoire de géologie de la Faculté des sciences.
Travaux. (Depuis le volume II, 1893-1894.)
HAVRE.— Société géologique de Normandie.
Bulletin. (Depuis le volume IX, 1882.)
LILLE.— Société géologique du Nord de la France.
Annales. (Depuis le volume XII, 1884-1885.)—*Mémoires*. (Depuis le volume III, 1889.)
MARSEILLE.— Musée d'histoire naturelle.
Annales. (Depuis l'origine, 1882.)
NANTES.— Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France.
Bulletin. (Depuis l'origine, 1891.)
NÎMES.— Société d'étude des sciences naturelles.
Bulletin. (Depuis le volume XIII, 1885.)
PARIS.— Service de la carte géologique détaillée de la France.
Bulletin des services. (Depuis l'origine, 1889.) —*Mémoires* et *Carte géologique détaillée*. (Depuis 1893.)
— École nationale supérieure des mines.
Annales des mines. (Depuis l'origine, 1816; en échange depuis 1886.)
— Club Alpin Français.
Annuaire. (Depuis le volume XII, 1885.)—*Bulletin*. (Depuis 1885.)
— *La Feuille des jeunes naturalistes*. (Depuis la 30e année, 1899.)—*Catalogues bibliographiques*.
ROCHECHOUARD.— Société «Les Amis des sciences et arts».
Bulletin. (Depuis le volume II, 1892,)
TOULOUSE. — Université de Toulouse.
Bulletin. (Depuis l'origine, 1897.)
— Société d'histoire naturelle.
Bulletin. (Depuis le volume XXIX, 1895.)

Grande Bretagne et Irlande

CAMBRIDGE.— Cambridge philosophical Society.
Proceedings. (Depuis le volume v, 1883.) — *Transactions.* (Depuis le volume, XIV, 1885.)

LONDRES.— Geological Survey of the United Kingdom.
Memoirs. (Depuis 1846.) — *Geological Map of England and Wales.*

— Geological Society of London.
The Quarterly Journal. (Depuis le 1er volume, 1845; en échange depuis 1886.) — *Abstracts of the Proceedings.* (Depuis 1886–1887.)

— Royal Society of London.
Proceedings. (Depuis le volume XXXIX, 1885.)

Italie

CATANIA.— Accademia Gioenia di Scienze naturali.
Atti. (Depuis le t. 62, 1885.)—*Bullettino mensile.* (Depuis l'origine, 1888.)

GÊNES.— Società Ligustica di Scienze naturali.
Atti. (Depuis l'origine, 1890.)

PISE.— Società Toscana di Scienze naturali.
Atti. (Depuis le volume IV, 1883.)

ROME.— R. Comitato geologico.
Bulletino. (Depuis l'origine, 1870.)

— R. Ufficio geologico.
Carta geologica d'Italia.—*Memorie descrittive della Carta geologica.* In-8°. (Depuis l'origine, 1886, ainsi que les mémoires in-4°, 1872 à 1876.)

— R. Accademia dei Lincei.
Rendiconti. (Depuis la 4e série, volume I, 1884.)

TURIN.— Accademia delle Scienze di Torino.
Atti. (Depuis le volume XX, 1884.)

— Università di Torino.
Bollettino dell'osservatorio. (Depuis le volume XXI, 1886.) — *Bollettino dei Musei di Zoologia ed Anatomia comparata.* (Depuis le volume XIV, 1899.)

Norvège

BERGEN.— Bergens Museums Aarbog.
Aarsberetning & Afhandlinger. (Depuis l'année 1890.)

CHRISTIANIA.— Mineralogical Institute of the University.
Norges geologiska undersögelse. (Depuis 1890.)

— *The Norwegian North-Atlantic Expedition, 1876–1878. Editorial Committee.* (Depuis l'origine de la publication, 1880.)

Portugal

COIMBRE.— Universidade de Coimbra.
Observações meteorologicas e magneticas. (Depuis 1890.) — *Annuario.* (Depuis 1866–1867.)

COIMBRE.— Sociedade Broteriana.
Boletim annual. (Depuis le volume II, 1883.)
LISBONNE.— Ministerio da Marinha. Commissão de cartographia.
Cartas e planos hydrographicos das provincias ultramarinas. (Depuis l'origine, 1883.)
— Observatorio do Infante D. Luiz.
Annaes. (Depuis 1856.)
— Direcção dos serviços da carta agricola.
Carta agricola et *Carta agricolo-mineral*. (Depuis l'origine, 1890.)
— Museu ethnologico português.
O Archeologo português. (Depuis l'origine, 1895.)
— Associação dos engenheiros civis portuguezes.
Revista de obras publicas e minas. (Depuis l'origine, 1870.)
— Associação dos conductores de obras publicas.
Boletim. (Depuis l'origine, 1897.)
— Associação dos regentes agricolas.
O Lavrador. (Depuis l'origine, 1900.)
— Sociedade de geographia de Lisboa.
Boletim. (Depuis la 4e série, 1883.)
— *Portugal em Africa*. (Depuis 1900.)
— *Revista de educação e ensino*. (Depuis le volume II, 1887.)
— *Revista de engenheria militar*. (Depuis 1900.)
PORTO.— *Annaes de sciencias naturaes*. (Depuis l'origine, 1894.)
— *Portugalia* (Depuis l'origine, 1899.)

Roumanie

BUCAREST.— Biuroulu geologicu.
Anuarulu. (Depuis l'origine, 1882.) —*Karta geologica generala*. (Depuis 1898.)

Russie

HELSINGFORS.— Commission géologique de la Finlande.
Bulletin et *Carte géologique*. (Depuis l'origine.)
HELSINGFORS.— Société Finlandaise de géographie.
Fennia. (Depuis l'origine, 1889.) — *Vetenskapliga Meddlanden*. (Depuis l'origine, 1892-1893.)
MOSCOU.— Société impériale des naturalistes.
Bulletin. (Depuis le volume LX, 1884.)
NOVO-ALEXANDRIA.— *Annuaire géologique et minéralogique de la Russie*. (Depuis l'origine, 1896.)
ST. PÉTERSBOURG.— Académie impériale des sciences.
Mémoires. (Depuis le volume XL, 1892.)
— Comité géologique de St. Pétersbourg.
Bulletins et *Mémoires*. (Depuis l'origine, 1883.) — *Cartes*.
— Section géologique du Cabinet de Sa Magesté impériale.
Travaux de la Section. (Depuis l'origine, 1895.)
— Société impériale minéralogique de Russie.
Verhandlungen. (Vol. I à V, 1842 à 1851, et du vol. XXXIII, 1895, jusqu'à ce jour.)—*Materialen zur Geologie Russlands*. (Depuis le vol. XVIII, 1895.)

Serbie

BELGRADE.—Institut géologique de Velika Skola.
Annales géologiques de la Péninsule Balkanique. (Depuis l'origine, 1889.)

Suède

LUND.—Universitas Lundensis.
Acta (Ars-Schrift). (Depuis le volume XXI, 1894-1895.)
STOCKHOLM.—Académie royale suédoise des sciences
Bulletin (Ofversigt). (Depuis l'année de 1881.)—*Mémoires (Handlingar).* (Depuis le volume XVIII, 1880.)—*Suppléments aux Mémoires (Bihang).* (Depuis le volume VI, 1880.)
— Institut royal géologique de Suède.
Carte géologique de Suède. (Depuis 1883.)
— Société géologique (Geologiska Förening).
Förhandlingar. (Depuis le volume VII, 1884.)
UPSALA.—The Geological Institution of the University.
Bulletin. (Depuis l'origine, 1893.)

Suisse

BASEL.—Naturforschende Gesellschaft.
Verhandlungen. (Depuis le volume V, 1868.)
BERNE.—Société Helvétique des sciences naturelles.
Nouveaux mémoires. (Depuis le volume XXIV.)—*Verhandlungen (Actes).* (Depuis le volume LVIII, 1875.)—*Compte rendu des travaux présentés aux sessions.* (Depuis 1881.)
LAUSANNE.—Société Vaudoise des sciences naturelles.
Bulletin. (Depuis le volume XX, 1884.)
NEUCHÂTEL.—Société des sciences naturelles.
Bulletin. (Depuis le volume XVII, 1889.)
ZURICH.—Commission géologique Suisse.
Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse et *Carte géologique de la Suisse.* (Depuis l'origine, 1863.)
— Naturforschende Gesellschaft.
Vierteljahrschrift. (Depuis le volume XXX, 1885.)—*Neujahrsblätter.* (Depuis le numéro XCVIII, 1896.)

Asie

Inde

CALCUTTA.—Geological Survey of India.
Memoirs. (Depuis l'origine, 1859.)—*Palaeontologia Indica.* (Depuis l'origine, 1865.)—*Records.* (Depuis le volume XX, 1887.)—*General report.* (Depuis 1897-1898.)—*Economic geology.* (Depuis l'année 1898.)

Japon

TOKYO.— Imperial University of Tokyo.
Journal of the College of Science. (Depuis le volume XI, 1899.)

Afrique

Algérie

ALGER.— Carte géologique de l'Algérie.
Mémoires et *Carte géologique détaillée.* (Depuis 1891.)

Transwaal

JOHANNESBOURG.— Geological Society of South Africa.
Transactions. (Depuis l'origine, 1896.)

Amérique du Nord

Canada

OTTAWA.— Geological Survey of Canada.
Contributions to Canadian Palaeontology. (Depuis l'origine, 1885.)— *Palaeozoic Fossils.* (Depuis l'origine, 1861.)
OTTAWA.— Geological and Natural History Survey of Canada.
Reports. (Depuis l'origine, 1882.)
— Royal Society of Canada.
Proceedings & Transactions. (Depuis l'origine, 1882.)

États-Unis

ALBANY.— University of the State of New-York.
Palaeontology. (Volume VIII, 1892.)— *Report of the Regents.* (Depuis le volume XLIV, 1890.)
BALTIMORE.— Johns Hopkins University.
Circulars. (Depuis le volume XI, 1891-1892.)— *American chemical Journal.* (Depuis le volume XVI, 1894.)
— Maryland Geological Survey.
Reports. (Depuis l'origine, 1897.)
BERKELEY.— University of California. Departement of Geology.
Bulletin. (Depuis l'origine, 1893.)
BOSTON.— American Academy of Arts and Sciences.
Proceedings. (Depuis le volume XXIV, 1889.)
— Boston Society of Natural History.
Memoirs. (Depuis le volume II, 1873.)— *Proceedings.* (Depuis le volume XXV, 1890 — *Occasional Papers.* (Depuis le volume III, 1880.)
CAMBRIDGE.— Museum of Comparative Zoology.
Bulletin. (Depuis le volume XVI, 1893.)— *Memoirs.* (Depuis le volume XVII, 1894.)— *Annual Reports.* (Depuis 1892-1893.)

CHICAGO.— Chicago Academy of Sciences.
Bulletin. (Depuis l'origine, 1896.)
DAVENPORT.— Davenport Academy of Natural Sciences.
Proceedings. (Depuis le volume III, 1882.)
DES MOINES.— Iowa Geological Survey.
Annual Reports. (Depuis le volume IV, 1894.)
MADISON.— Wisconsin Geological and Natural History Survey.
Bulletin. Scientific series. (Depuis l'origine, 1899.)
— Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters.
Transactions. (Depuis le volume VII, 1883.)
MERIDEN.— Meriden Scientific Association.
Proceedings and Transactions. (Depuis le volume III, 1887.)
NEW-HAVEN.— *American Journal of Science.* (Depuis l'origine, 1819.)
NEW-YORK.— American Museum of Natural History.
Bulletin. (Depuis le volume XI, 1899.) — *Memoirs.* (Depuis le t. II, 1900.)
— New-York Academy of Sciences.
Annals, Memoirs et *Transactions.* (Depuis l'origine, 1877.)
PHILADELPHIE.— Academy of Natural Sciences.
Proceedings. (Depuis 1876.)
— Wagner Free Institute of Sciences.
Transactions. (Depuis l'origine, 1887.)
ROCHESTER.— Geological Society of America.
Bulletin. (Depuis l'origine, 1890.)
— Rochester Academy of Sciences.
Proceedings. (Depuis l'origine, 1890.)
S. FRANCISCO.— California Academy of Sciences.
Bulletin. (Depuis le volume I, 1884.)—*Memoirs.* (Depuis le volume II, 1888) — *Proceedings.* (Depuis le volume VII, 1876.) — *Occasional Papers.* (Depuis l'origine, 1890.)
TUFTS.— Tufts College Studies. (Depuis l'origine, 1890.)
WASHINGTON.— United States Geological Survey.
Bulletin. (Depuis l'origine, 1874.)—*Monographs.* (Depuis l'origine, 1890.) — *Reports.* (Depuis 1870.) — *Mineral Ressources.* (Depuis 1882.) — *Geologic Atlas of the U. S.* (Depuis 1896.)
— United States National Museum.
Bulletin. (Depuis le n° 46, 1894.) — *Proceedings.* (Depuis le t. XVI, 1893.)
— Smithsonian Institution.
Annual Reports. (Depuis l'année 1876.)

Mexique

MEXICO.— Instituto geológico de México.
Boletin. (Depuis l'origine, 1895.)
— Sociedad Cientifica «Antonio Alzate».
Memórias y Revista. (Depuis le volume V, 1892.)
TACUBAYA.— Observatório astronómico nacional.
Observaciones meridianas, etc. (Depuis 1890.) — *Anuários.* (Depuis l'année 1889.)

Amérique du Sud

République Argentine

BUENOS AIRES.— Museo nacional de Buenos Aires
Anales. (Depuis le volume IV, 1894)— *Comunicaciones.* (Depuis l'origine, 1898.)
CORDOBA.— Académia nacional de ciencias.
Boletin. (Depuis le volume VII, 1894.)
LA PLATA.— Museo de La Plata.
Revista. (Depuis l'origine, 1890.)— *Anales.* (Depuis l'origine, 1898.)

Brésil

RIO DE JANEIRO.— Museu Nacional.
Archivos. (Depuis le volume II, 1877.)
SÃO PAULO.— Museu Paulista.
Revista. (Depuis l'origine, 1885.)

Uruguay

MONTEVIDEO.— Museo nacional de Montevideo.
Annales. (Depuis le fasc. 8, 1898.)

Océanie

Australie

PERTH.— Geological Survey of Western Australia.
Bulletin. (Depuis l'origine, 1898.)— *Annual progress Reports.* (Depuis l'année de 1887.)— *Geological Maps, etc.*
SYDNEY.— Department of Mines and Agriculture. Geological Branch.
Annual Reports. (Depuis l'année de 1876.)— *Memoirs.* (Depuis l'origine, 1888.)— *Records.* (Depuis l'origine, 1889.)— *Mineral Ressources.* (Depuis l'origine, 1898.)
— Australian Museum.
Annual Reports. (Depuis l'année 1880.)— *Memoirs.* (Depuis le n° 2, 1889.) — *Records.* (Depuis le volume II, 1892.)— *Catalogues.* (Depuis 1876.)

Afin de faire voir l'importance acquise par la bibliothèque, nous citerons, en outre des recueils qui continuent à lui être offerts, quelques collections importantes, obtenues soit par achat, soit par des échanges antérieurs.

Congrès géologique international. Compte rendu. (Depuis la 1ère session en 1878.)
Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques. Compte rendu. (Depuis la 2ème session, 1867.)

Allemagne et Autriche-Hongrie

Beiträge zur Paläontologie und Geologie Osterreich-Ungarns und des Orients. Wien. (Depuis l'origine, 1880.)

Bronn. Die Klassen und Ordnungen des Thierreichs. (Depuis 1860 à 1892.)

Geognostische paläontologische Beiträge. München. (Depuis 1866 à 1876.)

Haidinger. Berichte etc., et *Abhandlungen.* Wien. (Depuis 1847 à 1851.)

Mineralogische und petrographische Mittheilungen (Tschermak). Wien. (Depuis le volume v de la nouvelle série, 1883.)

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Stuttgart. (Depuis 1834.) —*Beilage.* (Depuis l'origine, 1880.)

Paläontographica, publié sous la direction de MM. Dunker, Meyer et Zittel. (Depuis l'origine, 1851.)

Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie. (P. Groth). Leipzig. (Depuis le volume VIII, 1883.)

Espagne

Revista minera.— Madrid. (Depuis le volume I à XXXIII, 1850 à 1882.)

France

Académie des sciences de Paris.— *Comptes rendus.* (Depuis 1835 à 1876.)

Annales des sciences naturelles, comprenant la Botanique et la Zoologie. Paris. (Depuis 1824 à 1874.)

Annales des sciences géologiques ou *Archives de géologie, minéralogie et paléontologie.* Paris. (1842 et 1843.)

Annales des sciences géologiques, publiées sous la direction de MM. Hébert et Milne-Edwards. Paris. (1870 à 1888.)

Annuaire géologique universelle. Paris. (Tout ce qui a paru, 1885 à 1898.)

Anthropologie et Archéologie. *Matériaux pour l'histoire primitive de l'homme.* (Vol. I à XX, 1864 à 1886.) —*L'Anthropologie.* (Depuis l'origine, 1890.)

Revue archéologique. Paris. (Depuis 1844 à 1882.)

Revue d'anthropologie. Paris. (Depuis 1872 à 1880.)

Société d'Anthropologie de Paris.—*Mémoires.* (Depuis 1860 à 1873.)—*Bulletin.* (Depuis 1860 à 1878.)

L'Institut. Paris. (Depuis 1833 à 1870.)

Journal de Conchyliologie. (Depuis la 3ème série, 1861.)

Mines—*Journal des mines.* Paris. (La série complète depuis l'origine, 1794 à 1821.)

Comptes rendus des travaux des ingénieurs des mines. Paris. (Depuis 1833 à 1847.)

Muséum d'histoire naturelle de Paris.—*Annales.* (Depuis 1802 à 1813.)—*Mémoires.* (Depuis 1815 à 1832.)—*Nouvelles annales.* (Depuis 1832 à 1835.) —*Archives.* (Depuis 1839 à 1861.)

Paléontologie française, par A. d'Orbigny. (Tout ce qui a paru.)

Revue de géologie, publiée par MM. Delesse, Laugel et de Lapparent. Paris. (Depuis l'origine, 1861 à 1879.)

Société géologique de France.—*Bulletin.* (Depuis l'origine, 1830.)—*Mémoires* (Depuis l'origine, 1833 à 1890.) —*Paléontologie.* (Depuis l'origine, 1890.)

Société d'histoire naturelle de Strasbourg.—*Mémoires*. (Depuis 1830 à 1862)
Société des sciences physiques et nat. de Bordeaux.—*Mémoires*. (Depuis 1854 à 1874.)

Grande Bretagne

The Palaeontographical Society. London.—*Memoirs*. (Depuis l'origine, 1848.)
Geological Magazine. London. (Depuis l'origine, 1864.)
Geological Society of London.—*Transactions*. (Depuis 1811 à 1856.)
Royal Dublin Society.—*Scientific Proceedings*. (Depuis 1886 à 1890.)—*Scientific Transactions*. (Depuis 1886 à 1889.)

Italie

Palaeontographia Italica, publiée par M. Mario Canavari.—Pisa. (Depuis l'origine, 1895.)
Società geologica Italiana. Roma.—*Bollettino*. (Depuis l'origine, 1882.)

Suisse

Institut national Genevois.—*Bulletin*. (Depuis 1886 à 1895.)—*Mémoires*. (Depuis 1853 à 1889.)
Société géologique Suisse. Lausanne.—*Eclogae Geologicae Helvetiae*. (Depuis l'origine, 1888.)
Société paléontologique Suisse. Zurich.—*Mémoires*. (Depuis l'origine, 1874.)

Amérique

The Canadian Naturalist and Geologist. (Depuis 1857 à 1868.)
Commissão geographica e geologica da provincia de São Paulo (Brazil).—*Boletim*. (Depuis 1889 à 1890.)

Lisbonne, juin 1900.

JOAQUIM FILIPPE NERY DELGADO.

I

NOTICIA

SOBRE ALGUNS VEGETAES FOSSEIS DA FLORA SENONIANA

(SENSU LATO)

DO SOLO PORTUGUEZ

POR

WENCESLAU DE LIMA

Os estudos sobre o Cretacico portuguez do sr. Paul Choffat deram origem, como elemento subsidiario, á memoria do marquez de Saporta, sobre a vegetação d'esse periodo, seguramente um dos mais valiosos trabalhos de paleontologia vegetal que se teem publicado, e que o illustre titular considerava, com justos motivos, como a mais completa das suas producções (carta ao sr. Choffat de 19 novembro 1893). Essa obra monumental, que tão intensa luz trouxe ao mundo scientifico para a interpretação e conhecimento da flora mesozoica, e que permitte assistir á mutação continua, gradual e progressiva da flora jurassica na flora turoniana, devia ter ainda um complemento, não menos interessante, a ligação da flora turoniana á flora eocenica, representada pela flora do Senoniano (sensu lato).

A morte, arrebatando inesperadamente o eminente sabio, deixou-lhe a obra em meio; e para elle imprevisto este notavel remate dos seus estudos, que nos dariam toda a serie mesozoica do mundo vegetal desde os alvores do Triasico até ao despontar da constituição das floras actuaes das zonas temperadas no Senoniano, como antecedente immediato da era cenozoica, e atravez do provavel apparecimento das dicotyledoneas no Neo-jurassico, sua fixação no Infra-cretacico, e expansão no Supra-cretacico.

Esta segunda parte da investigação de Saporta originaria uma outra memoria, na qual trabalhava com immenso amor, e que deveria ser publicada em collaboração com o auctor d'esta noticia. No proprio dia do passamento desenhava o illustre marquez os elementos d'essa flora (communicação do sr. conde Antoine de Saporta ao sr. Choffat).

*
* *

Anteriormente á minha entrada para a Direcção dos serviços geologicos do reino, haviam sido communicados ao marquez de Saporta alguns maus exemplares paleophytologicos recolhidos pelo fallecido Frederico de Vasconcellos Pereira Cabral na serra do Bussaco em camadas de edade então duvidosa.

Datam d'ahi as relações do marquez de Saporta com a Direcção dos serviços geologicos.

As investigações do sr. Choffat dando, posteriormente á minha entrada para a Direcção, como especialmente incumbido do estudo da flora fossil, farta colheita de material para esclarecimento da primitiva consulta, entendeu-se que essa colheita não deveria ser sonegada ao grande paleophytologista, visto encerrar elementos do trabalho que tinha entre mãos. Terminada a tarefa, foram-lhe ainda remettidos novos exemplares, que intimamente se relacionavam com os primeiros estudos. Alguns me passaram pelas mãos, já por ter dirigido as investigações onde foram colhidos, já porque o director, sr. Delgado, desejou que sobre a edade d'esses exemplares emittisse parecer, a fim de se adeantarem os trabalhos relativos á carta geologica.

Em novembro de 1894 convidava-nos o illustre marquez a collaborar com elle no seguimento d'esses estudos, dizendo-nos:

«L'intérêt qui s'attache à ces nouveaux gisements, tels que ceux de Bizarros — Portomar — C. dos Bernardos — m'engage dans une étude suivie des espèces recueillies et dont j'ai eu communication par l'intermédiaire de M. Delgado et avec des explications de M. Choffat. Ces espèces étant toutes nouvelles et de nature à jeter une lumière précieuse sur le développement primitif et l'évolution originaire des plantes dicotylées, je viens vous prier de m'aider à poursuivre cette étude et à la mener à bonne fin, etc.»

Depois d'esta primeira carta, outras se seguiram relativas ao plano de trabalho em commum, ácerca da parte já realisada por Sa-

porta, esperanças de exito, etc.; cartas encantadoras de singeleza, de magnanimidade do Mestre laureado, de affectuosa condescendencia d'aquelle que sempre se comprazia em nos chamar collaborador e confrade!

«C'est à vous maintenant de tracer la voie que je suivrai en me conformant à vos intentions.

«Ce travail en commum, qui certainement une fois terminé présentera un intérêt d'autant plus vif qu'il se rapporte à une phase d'évolution végétale encore très peu connue, est bien fait pour attirer les regards de la science.

«... il ne nous reste plus qu'à nous entendre pour régler d'abord le cadre de notre travail commun en vue d'une publication exécutée entre nous dans les meilleures conditions de succès.»

Terminava esta carta o illustre marquez dizendo: «Je vous quitte bien brusquement parce que ma lettre commencée depuis deux jours, et peut-être trop longue, demande à partir.» Partiu a carta e partiu para sempre o bondosissimo e eminente sabio! Dias depois recebiamos de chofre a noticia da morte d'aquelle que já não podiamos deixar de considerar como um carinhoso amigo.

Com a morte do collaborador illustre o exito da memoria ficou compromettido.

Graças á amabilidade do filho do illustre marquez, o sr. conde Antoine de Saporta, podemos recolher piedosamente os primorosos desenhos que seu pae havia já feito, e que opportunamente reproduziremos. Infelizmente não existia texto nem apontamento que pudesse guiar-nos nas nossas investigações.

Das cartas recebidas nada se apura quanto a determinações especificas, nem mesmo quanto á edade relativa das diversas florulas a que vamos referir-nos, e que o marquez de Saporta, de um modo geral, considerava como cretacicas. Nem isto admira. Saporta, seguindo um explendido methodo de trabalho, desenhava primeiro que tudo as plantas a estudar, sem preoccupação de interpretação de fórmas ou fixação de edades.

N'este primeiro trabalho o surprehendeu a morte.

Não teve pois a boa fortuna de vêr que ellas representavam o seguimento em serie dos seus bellos trabalhos, que do Valanginiano nos conduziam em mutações continuas até ao Turoniano; não poude apurar que as novas plantas ligavam o Turoniano ao Eoceno, representativas que são do Senoniano, comprehendido o Garumniano.

Ao dar a primeira noticia d'estas florulas ao mundo scientifico, que me seja permittido pôr os modestos trabalhos a que ellas darão logar sob a egide do illustre marquez, e citar-lhe as affectuosas palavras como manifestação da sua enorme grandeza d'alma, não inferior á elevada estatura scientifica, e unica recommendação com que apparecem a lume as investigações do pequeno obreiro que elle erigira em collaborador, e que mal poderá desempenhar-se da missão que deveria ser commum, desajudado hoje do apoio do Mestre insigne!

*
* *

O Cretacico occupa em o nosso paiz tres zonas distinctas: uma ao sul do Sado, no baixo Algarve, formando uma faixa descontinua desde a ponta do Zavial até perto de Tavira; outra junto de Lisboa, comprehendendo os depositos da serra da Arrabida, e que se prolonga até á linha de Ourem-Leiria; a terceira que vae d'esta linha até Aveiro, no littoral, e com uma faixa para nordeste.

O conhecimento d'estes extensos afloramentos territoriaes do Cretacico, da sua geotectonia e estratigraphia, são exclusivamente devidas aos trabalhos do sr. Choffat, que tambem estudou quasi toda a paleontologia animal das differentes camadas.

A area cretacica da região lisbonense é occupada por assentadas de facies recifal, ao passo que a do norte é quasi toda de facies ammonitica.

A serie infra-cretacica portugueza é muito interessante, sob o ponto de vista paleophytologico, por causa dos numerosos horizontes que encerra e repetida associação em diversos niveis de depositos phytalienses com sedimentos maritimos, permittindo, por comparação com estes, a determinação rigorosa da edade das floras dos differentes horizontes successivos, ricas em especies, abundantes de exemplares, e comprehendendo as primeiras dicotyledoneas europeas.

N'este Infra-cretacico se podem distinguir cinco horizontes:

I. Valanginiano, em Torres Vedras e Bellas.
II. Urgoniano, no Cercal.
III. Aptiano, em Almargem.
IV. Vraconiano ou Cenomaniano, em Buarcos.
V. Cenomaniano, na Nazareth.

N'estes cinco horizontes encontrou o marquez de Saporta duzentas e tantas especies, quasi todas novas, começando o apparecimento das dicotyledoneas no Urgoniano do Cercal.

Se compararmos o nosso Cretacico inferior com egual serie norte-americana, onde appareceu a riquissima flora de Potomac, encontraremos as seguintes interessantes homologias. Ao Valanginiano de Torres Vedras correspondem as assentadas de Rappahannock; ao Urgoniano do Cercal correspondem as assentadas de Mount Vernon; ao Aptiano de Almargem correspondem as assentadas de Aquia Creeck; ao Cenomaniano de Buarcos correspondem as assentadas de Amboy Clays, tambem chamadas a Raritan-formation; ao Cenomaniano da Nazareth correspondem as assentadas de Island Series, conforme foi demonstrado pelo estudo comparativo feito pelo sr. Lester Ward.

Da serie supra-cretacica pouco havia sido estudado pelo marquez de Saporta, e um unico horizonte foi determinado, representado em Valle d'Alcantara e Padrão, onde foram recolhidas dezoito especies vegetaes, sendo duas Cycadaceas, cinco Coniferas, duas Paleolepis, cinco Monocotyledoneas e quatro Dicotyledoneas.

As camadas dos grés brancos do Bussaco, justamente aquellas que foram a origem primordial de toda a memoria, haviam dado apenas tres fórmas vegetaes: uma filicinea, o *Sphenopteris angustiloba,* Heer, uma monocotyledonea, a *Phyllotaenia costulata,* Sap., e uma dicotyledonea, a *Magnolia paleocretacica,* Sap., analoga segundo Saporta ás magnolias da cré e ás magnolias actuaes.

Saporta attribuiu estas camadas ao Cenomaniano, embora de modo duvidoso, dada a escassez dos elementos da flora.

Durante a impressão da memoria foram-lhe communicados ainda fosseis vegetaes de Villa Verde de Tentugal, de região attribuida então pelo sr. Choffat ao Cenomaniano[1], e que Saporta considerou analogos a algumas coniferas e dicotyledoneas da Nazareth.

Saporta differiu, porém, o seu estudo para quando tivesse exemplares em maior abundancia. Se era rico e interessante o conhecimento da flora infra-cretacica nos seus variados horizontes, a restricto numero de especies e a um só horizonte se limitavam os conhecimentos que havia da flora supra-cretacica portugueza, ao tempo da impressão da memoria alludida, conforme fica exposto.

Entre os jazigos phytalienses não comprehendidos na obra de

---

[1] O sr. Choffat demonstrou posteriormente a edade turoniana d'este jazigo.

Ao dar a primeira noticia d'estas florulas ao mundo scientifico, que me seja permittido pôr os modestos trabalhos a que ellas darão logar sob a egide do illustre marquez, e citar-lhe as affectuosas palavras como manifestação da sua enorme grandeza d'alma, não inferior á elevada estatura scientifica, e unica recommendação com que apparecem a lume as investigações do pequeno obreiro que elle erigira em collaborador, e que mal poderá desempenhar-se da missão que deveria ser commum, desajudado hoje do apoio do Mestre insigne!

*

* *

O Cretacico occupa em o nosso paiz tres zonas distinctas: uma ao sul do Sado, no baixo Algarve, formando uma faixa descontinua desde a ponta do Zavial até perto de Tavira; outra junto de Lisboa, comprehendendo os depositos da serra da Arrabida, e que se prolonga até á linha de Ourem-Leiria; a terceira que vae d'esta linha até Aveiro, no littoral, e com uma faixa para nordeste.

O conhecimento d'estes extensos afloramentos territoriaes do Cretacico, da sua geotectonia e estratigraphia, são exclusivamente devidas aos trabalhos do sr. Choffat, que tambem estudou quasi toda a paleontologia animal das differentes camadas.

A area cretacica da região lisbonense é occupada por assentadas de facies recifal, ao passo que a do norte é quasi toda de facies ammonitica.

A serie infra-cretacica portugueza é muito interessante, sob o ponto de vista paleophytologico, por causa dos numerosos horizontes que encerra e repetida associação em diversos niveis de depositos phytalienses com sedimentos maritimos, permittindo, por comparação com estes, a determinação rigorosa da edade das floras dos differentes horizontes successivos, ricas em especies, abundantes de exemplares, e comprehendendo as primeiras dicotyledoneas europeas.

N'este Infra-cretacico se podem distinguir cinco horizontes:

I. Valanginiano, em Torres Vedras e Bellas.
II. Urgoniano, no Cercal.
III. Aptiano, em Almargem.
IV. Vraconiano ou Cenomaniano, em Buarcos.
V. Cenomaniano, na Nazareth.

N'estes cinco horizontes encontrou o marquez de Saporta duzentas e tantas especies, quasi todas novas, começando o apparecimento das dicotyledoneas no Urgoniano do Cercal.

Se compararmos o nosso Cretacico inferior com egual serie norte-americana, onde appareceu a riquissima flora de Potomac, encontraremos as seguintes interessantes homologias. Ao Valanginiano de Torres Vedras correspondem as assentadas de Rappahannock; ao Urgoniano do Cercal correspondem as assentadas de Mount Vernon; ao Aptiano de Almargem correspondem as assentadas de Aquia Creeck; ao Cenomaniano de Buarcos correspondem as assentadas de Amboy Clays, tambem chamadas a Raritan-formation; ao Cenomaniano da Nazareth correspondem as assentadas de Island Series, conforme foi demonstrado pelo estudo comparativo feito pelo sr. Lester Ward.

Da serie supra-cretacica pouco havia sido estudado pelo marquez de Saporta, e um unico horizonte foi determinado, representado em Valle d'Alcantara e Padrão, onde foram recolhidas dezoito especies vegetaes, sendo duas Cycadaceas, cinco Coniferas, duas Paleolepis, cinco Monocotyledoneas e quatro Dicotyledoneas.

As camadas dos grès brancos do Bussaco, justamente aquellas que foram a origem primordial de toda a memoria, haviam dado apenas tres fórmas vegetaes: uma filicinea, o *Sphenopteris angustiloba,* Heer, uma monocotyledonea, a *Phyllotaenia costulata,* Sap., e uma dicotyledonea, a *Magnolia paleocretacica,* Sap., analoga segundo Saporta ás magnolias da cré e ás magnolias actuaes.

Saporta attribuiu estas camadas ao Cenomaniano, embora de modo duvidoso, dada a escassez dos elementos da flora.

Durante a impressão da memoria foram-lhe communicados ainda fosseis vegetaes de Villa Verde de Tentugal, de região attribuida então pelo sr. Choffat ao Cenomaniano[1], e que Saporta considerou analogos a algumas coniferas e dicotyledoneas da Nazareth.

Saporta differiu, porém, o seu estudo para quando tivesse exemplares em maior abundancia. Se era rico e interessante o conhecimento da flora infra-cretacica nos seus variados horizontes, a restricto numero de especies e a um só horizonte se limitavam os conhecimentos que havia da flora supra-cretacica portugueza, ao tempo da impressão da memoria alludida, conforme fica exposto.

Entre os jazigos phytalienses não comprehendidos na obra de

---

[1] O sr. Choffat demonstrou posteriormente a edade turoniana d'este jazigo.

Saporta, e aos quaes apenas se refere a memoria estratigraphica annexa do sr. Choffat, havia um grupo que figurava sob a designação de jazigos de edade duvidosa.

Esses jazigos formam dois grupos bem distinctos: um comprehende as localidades situadas na região littoral ao norte do Mondego, repousando ahi o Cretacico sobre o Jurassico; o outro situado fóra da area mesozoica, mais para leste e distribuido pelas plicaturas do Paleozoico.

O primeiro grupo, situado entre a serra de Buarcos e o Vouga, comprehende os seguintes jazigos phytalienses, citados na memoria estratigraphica do sr. Choffat:

Casal dos Bernardos, Cardal, Viso, Bebedouro, Cabeça alta e Bizarros.

Todos estes seis jazigos ficam situados entre a mencionada serra de Buarcos e uma linha que liga Tocha a Arazede. Além d'estes, Mira, Presa e Portomar, mais para o norte; e finalmente um outro grupo de pontos fossiliferos situados desde Nossa Senhora das Febres a Mamarosa e ao Vouga.

O Cretacico das regiões paleozoicas estende-se de Miranda do Corvo a Arganil com um estreito prolongamento passando a leste de Poiares, e dirigindo-se para o noroeste até ao cimo do Bussaco.

N'esta região se mencionavam, além do primitivo ponto fossilifero descoberto pelo sr. Frederico de Vasconcellos, outros mais tarde encontrados.

Tanto na faixa littoral como na terrestre faltavam as intercalações com camadas marinhas, que se davam no Infra-cretacico, de modo a permittirem, por comparação com estas, a determinação rigorosa da edade d'estes depositos phytalienses.

Pelo estudo das florulas até ao ponto em que o deixou Saporta nada se apurava de definitivo quanto a edade.

O sr. Choffat de accordo com Saporta considerava-os, porém, como anteriores ao Cenomaniano, conforme se escrevia então na memoria estratigraphica.

Ainda em vida do mallogrado sabio estudámos as florulas de alguns d'esses pontos em questão, parecendo-nos que nenhuma era infra-cretacica, e que pelo contrario apresentavam já algumas affinidades com as floras eocenicas.

Algumas indicações que Saporta dava sobre as floras, e outras leves indicações estratigraphicas, levavam o sr. Choffat a admittir

com difficuldade esta apreciação. Já depois da morte de Saporta, e tendo o sr. Choffat ido ao sul da França, justamente para se entender com os herdeiros do extincto sabio, a fim de rehaver as nossas collecções e de me serem communicados os desenhos do eminente naturalista, poude o sr. Choffat visitar o museu de Marselha; e a este proposito d'alli escrevia ao director, o sr. Delgado, que estava bem longe de esperar que aquella visita o esclarecesse sobre a edade dos jazigos das plantas a que nos estavamos referindo, até então considerados como cretacicos inferiores, nos quaes eu via uma edade mais recente e até uma certa tendencia eocenica, e cujos despojos de animaes vertebrados eram ao tempo em parte classificados como terciarios, e em parte como cretacicos pelos respectivos especialistas.

Concluia o sr. Choffat: «Nous avons là l'équivalent du Garumnien considéré pendant trente ans comme tertiaire et actuellement reconnu comme facies lacustre et saumâtre d'une partie du Sénonien et du Danien! les couches contiennent des *crocodiles vrais* et des *lepidostées*, que Sauvage considérait comme annonçant le tertiaire.

«Quant à la flore, elle est complètement inconnue jusqu'à ce jour, mais son âge explique qu'elle tienne à la fois du crétacique et de l'éocène.»

Esta opinião, que vinha em reforço do meu modo de vêr, refere-se apenas a alguns pontos da zona littoral, em que haviam sido encontrados fosseis animaes (vertebrados); não se referia, porém, nem á totalidade dos pontos d'essa faixa, nem a nenhum dos da faixa inferior.

Uns e outros consideramos nós como representando o Senoniano (sensu lato), e vamos justificar o nosso modo de vêr, baseados no estudo das floras.

As floras de que daremos agora noticia proveem de seis localidades: Casal dos Bernardos (Alhadas), Vizo (Arazede), Bizarros (Tocha), Preza e Portomar (Mira), na zona littoral; S. Pedro de Murcella (N. E. de Poiares), na zona terrestre.

Sem pretendermos descrever n'esta occasião, ou mesmo enumerar por completo as especies recolhidas, quasi todas novas, vamos indicar summariamente os resultados mais importantes e caracteristicos a que o seu estudo conduz.

Casal dos Bernardos, dá-nos o *Frenelopsis occidentalis*, frondes e cones de um novo *Sphenolepidium*, um *Glyptostrobus*, representativo da especie americana *G. debilis*, aciculas e escamas de cone, algumas contendo pinhões, de um *Pinus*, variadas *dicotyledoneas* archaicas, entre as quaes um *Laurus*, um *Cornus*, um *Echitonium*, uma *Myrica*, e um

Ziziphus, sendo este muito caracteristico d'esta flora, e de notavel affinidade com o *Ziziphus* descripto por Ettingshausen na flora oligocenica de Häring sob o nome de *Ceanothus ziziphoides*.

Vizo, além de quasi todas as plantas já indicadas, e entre as quaes o *Ziziphus*, apresenta-nos uma serie de tres ou quatro especies de *Quercus*, uma d'ellas muito proxima do *Q. Sphenobasis* de Hosius, uma fórma attribuivel ás *Dewalquea*, e ainda algumas especies similares das de Häring, por exemplo, uma muito parecida com a *Gardenia Wetzleri* (provavelmente um fructo de cycadea).

Portomar dá-nos o mesmo *Ziziphus*, o mesmo *Echitonium*, a mesma *Myrica*, o mesmo *Cornus*, duas *Laurineas* e um *Rhamnus* semelhante ao *R. alaternoides*, e além d'estas especies vestigios de monocotyledoneas, uma *Credneria* e um fructo provavel de um *Fraxinus*.

Bizarros fornece curiosos *Nelumbium*, a que já se referiu Saporta na sua nota á Academia das sciencias de Paris.

Presa, perto de Mira, com os mesmos *Nelumbium*, dá-nos bellos exemplares de uma *Credneria*, vizinha em caracteres das Crednerias de Blakenburgo, como já o havia notado Saporta, e algum tanto affim tambem dos *Protophyllum* americanos.

S. Pedro de Murcella apresenta-nos, com vestigios de grandes folhas indeterminaveis, o mesmo *Ziziphus* dos pontos precedentes, uma *Magnolia*, um *Diospyrus*, um *Sassafras* vizinho do *Sassafras cretacico* da America do Norte, um *Cinnamonum* vizinho do *Cinnamonum Sezannense* de Watelet, um *Quercus*, e notaveis e profusos exemplares de duas especies do genero *Dewalquea*, uma a *D. Gelindinensis*, Sap., outra a *D. insignis*, de Hosius, do Senoniano superior da Westphalia.

Os *Ziziphus, Quercus, Dewalquea* são as plantas mais communs e caracteristicas de todos estes pontos, além das coniferas de pequenas folhas, taes como *Sphenolepidium* e *Glyptostrobus*; e d'estes generos as mesmas especies são communs a differentes pontos da zona littoral, e ainda ao ponto mais bem estudado da zona terrestre, S. Pedro de Murcella. Vê-se pois que todos esses pontos devem pertencer a uma mesma edade. A natureza da rocha da região littoral, e ainda algumas ligeiras indicações estratigraphicas, confirmam estas indicações da flora.

A rocha da zona terrestre é inteiramente diversa d'aquella que se encontra na zona do littoral, mas é inteiramente analoga em todos os pontos observados da zona terrestre. Sendo certo que a natureza da rocha em zonas restrictas e afloramentos pouco distantes pode for-

necer razoaveis elementos de apreciação estratigraphica, attendendo ás relações com outras camadas conhecidas, podemos considerar todos os afloramentos da zona terrestre como de uma mesma edade; e, sendo esta, conforme as indicações da flora, a mesma da zona littoral, temos que as duas zonas pertencem ao mesmo horizonte geologico.

Resta determinar qual este deve ser.

A grande maioria das especies vegetaes estudadas é nova, e isso constitue uma difficuldade para se chegar a uma razoavel determinação estratigraphica. A associação das essencias vegetaes é seguramente o que mais importa conhecer para a determinação das floras caracteristicas das differentes regiões (no espaço).

Assim temos nos tempos actuaes as floras arcticas, as floras tropicaes, as floras alpinas, as floras das planicies, e em cada um d'estes grandes grupos floraes, associações mais restrictas e caracteristicas de zonas determinadas. Nas edades antigas da terra o mesmo acontecia, sendo as diversas regiões caracterisadas pelas diversas floras, e estas variando com o decorrer dos tempos. Usam os estratigraphistas por vezes caracterisar uma camada ou um conjuncto de camadas por uma especie animal de que ellas tomam o nome. Outro tanto se não pode fazer com as especies vegetaes, organismos menos sensiveis ás variações mesologicas, e por isso geralmente de mais vasto habitat. Mas se é certo que uma mesma especie vegetal pode ser por esse facto encontrada em diversas regiões, ou em differentes camadas, as associações vegetaes é que são extremamente sensiveis ás variações e ás mudanças mesologicas, sendo por isso estas que devem servir-nos para a caracterisação das edades das camadas em que se encontrem. Convém ainda notar que muitas vezes, variando as especies de continente para continente, se não encontram n'um dado continente as mesmas especies que n'outros florescem, mas sim especies representativas das primeiras, mantendo-se com ellas a mesma composição caracteristica da flora de uma determinada edade. Isto posto, se é certo que em Portugal quasi todas as plantas da edade que estudamos são especies novas, vemos comtudo que essas especies pouco differem de outras, das quaes são representativas, e que são caracteristicas, no conjuncto, do Cretacico superior da Europa e da America, sendo a sua associação perfeitamente comparavel com aquella que caracterisou o Senoniano das poucas regiões europeias onde este tem sido reconhecido e estudado, quanto á flora.

Devemos insistir em que adoptamos a palavra Senoniano no seu mais vasto sentido, comprehendendo o Garumniano. Assim procede-

mos, porque julgamos mais prudente não distinguir por emquanto as pequenas differenças de edades, que por acaso possam verificar-se posteriormente entre alguns dos depositos considerados; bem como mais prudente se nos afigura tambem não pormenorisar tanto na escala chronologica, que digamos desde já se as floras estudadas pertencem na maior parte ao Senoniano inferior, se ao superior, ou ao Garumniano. Inclinamo-nos a que elles representarão sobre tudo estas duas ultimas divisões.

E para justificação da nossa affirmativa lembramos a intima affinidade que ha entre as nossas floras e as de Westphalia e Patoot (Senoniano superior) e Attané, sobre tudo com a da primeira localidade.

Para vermos agora quanto estas floras do extremo superior cretacico se approximam das eocenicas, attentemos na composição das nossas floras, na composição das outras floras já citadas, e na flora do Heersiano belga. As mesmas coniferas de pequenas folhas, as mesmas *Dewalqueas*, os mesmos *Quercus*. Algumas especies são até identicas, e quando o não são, manteem-se muito afins, e a composição da flora é analoga.

Concluamos pois que as nossas floras são comparaveis ás do Senoniano, e n'ellas devem ser incluidas e muito affins já das floras eocenicas.

Na zona littoral, rocha e flora attribuem para os differentes depositos a mesma edade. Na zona terrestre, variando a rocha, indicativa de formações marginaes, permaneceu comtudo a flora identica a attestar a mesma edade da formação.

Como circumstancia digna de nota, apontamos a extraordinaria persistencia do *Frenelopsis occidentalis*, ou de fórma tão semelhante que d'elle se não distingue pelos orgãos vegetativos, o qual apparece no nivel de Valle de Lobos, e atravessa toda a serie cretacica até ao seu extremo. E recordemos ainda que a associação caracteristica do Senoniano, se vem a repetir, se não identica em especies, analoga no motivo associativo, mais tarde no Heersiano, e ainda depois no Oligoceno de Häring, que já citámos a proposito da semelhança que a sua flora tem com algumas das nossas especies. Este facto da repetição interpolada do mesmo motivo associativo com especies, não as mesmas, mas suas representativas ou equivalentes, não tinha passado despercebido a Saporta, que o cita no *Monde des Plantes*.

Nós julgamol-a de um alto valor philosophico, que não importa discutir agora, limitando-nos a pôr em evidencia mais este facto que se dá na flora senoniana portugueza.

*
* *

Posteriormenie á redacção d'este escripto em 1898 examinámos os fosseis de algumas localidades proximas de Aveiro, e cujas floras nos deram os seguintes vegetaes:

Berba.—Dois fetos do genero *Phlebomeris*. Um proximo do *Ph. spectanda*, Sap., e o outro mais proximo do *Ph. Willkomi*, Sap.

Um *Sphenolepidium* proximo do *Sp. Kurrianum*.

Duas *Sequoias*, sendo uma muito proxima da *S. Reichenbachi*.

Escamas de um cone de *Pinus*.

Um fructo de *Zamia*.

Arada.—Um feto pertencente ao genero *Sphenopteris*, provavelmente o *Sphenopteris plurinervia*, Hr.

Duas ou tres *Sequoias*, sendo uma muito proxima da *Sequoia fastigiata*, Stern. sp., e outra da *Sequoia subulata*, Hr.

Um grosso fructo de *Sequoia*, um *Laricopsis*, um *Echinostrobus*, um *Frenelopsis* proximo do *F. occidentalis*. Um fructo de *Zamia* (pequena especie). Uma *Flabellaria*.

Differentes dicotyledoneas comprehendendo:

Folhas do genero *Eucalyptus*.

Folhas do genero *Aristolochia*.

Folhas do genero *Paliurus* ou do *Ziziphus*.

Fructos de duas ou tres especies de *Eucalyptus*.

Esgueira.—Dois fetos pertencentes ambos ao genero *Sphenopteris*, e ambos já conhecidos. São especies muito proximas; ambos já encontrados no solo portuguez, e primeiro determinados por Heer em Valle de Lobos, e depois por de Saporta no Cercal, Buarcos, etc. São elles:

Sphenopteris plurinervia, Hr.

Sphenopteris Mantelli, Brong.

Sendo especies que atravessam uma longa serie de estratos, nada dizem quanto á edade d'aquelles em que foram encontradas, sendo comtudo para notar que não se teem encontrado nos niveis superiores do Cretacico. Além d'estas especies encontra-se n'esta localidade o *Frenelopsis occidentalis*, Heer, e duas especies de dicotyledoneas.

Segundo nos informa o sr. Choffat, o jazigo de Berba pertence á parte inferior do complexo fluvio-marino, Arada deve estar mais ou menos na parte média, e os jazigos de Esgueira devem ser os mais superiores, ficando na base dos saibros explorados n'esta localidade, e todos pertencentes á parte superior do cretacico.

Os fosseis vegetaes encontram-se em dois ou tres leitos argillosos alternando com leitos de areia.

As plantas d'estas ultimas localidades parecem-nos indicar dois niveis: um homotaxico do que precedentemente estudámos, e o outro mais antigo.

II

SUR LA DÉTERMINATION DE L'ANGLE DES AXES OPTIQUES DANS LES MINÉRAUX DES ROCHES

PAR

VICENTE DE SOUSA BRANDÃO

Les méthodes optiques de détermination des minéraux des roches peuvent être divisées en deux classes, dont l'une ne fait usage que des directions remarquables de l'ellipsoïde des indices (et de certains phénomènes différentiels), tandis que l'autre se sert des grandeurs mêmes des rayons vecteurs de ces directions (indices de réfraction). Cette dernière classe de méthodes est pour le moment à peine développée, surtout à cause de l'insuffisance du procédé de mesure des indices de réfraction du Duc de Chaulnes; F. Becke a donné un procédé différentiel de détermination des différents feldspaths quand ils sont accolés au quartz, et Wallerant vient de proposer un appareil au moyen duquel on peut mesurer les indices de réfraction par la méthode de la réflexion totale. Le premier de ces deux procédés est très borné dans ses applications, et le second n'a pas encore fait ses preuves, encore moins montré son extension et sa généralité.

Par contre, la première classe de phénomènes et de méthodes, quoique au moins dans la plupart des cas de moindre valeur déterminative, est tellement générale et extensive, que, combinée avec les propriétés morphologiques, d'absorption et autres plus ou moins spécifiques, elle suffit dans un grand nombre, sinon dans la plupart des cas, à déterminer un minéral autant qu'il peut être déterminé, c'est-à-dire autant que l'on connaît la composition chimique de ce qu'on nomme une espèce minérale. Ces méthodes, méthodes polariscopiques, consis-

c'est-à-dire le fait de ce que l'angle d'extinction de la vibration positive sur (010) contre l'arête de zone du prisme est un maximum (pour la vibration négative cet angle est naturellement un minimum), n'a pas lieu pour tous les minéraux, en ce sens que cela dépend de la position de l'arête de zone par rapport aux bissectrices et de l'angle des axes optiques, comme on verra plus loin, si l'angle d'extinction est ou n'est pas le plus grand ou le plus petit de la zone en question. Dans le cas négatif, il faudrait, ou bien connaître la position, dans la zone, de la section à culmination de l'angle d'extinction, ou bien connaître particulièrement cet angle sur (010), où il ne serait plus le plus petit ou le plus grand.

C'est pourquoi nous allons, dans ce qui suit, étudier d'abord la marche de l'angle d'extinction dans les diverses sections d'un minéral contre la trace du plan des axes optiques, c'est-à-dire contre l'arête de la zone commune au plan de section et au plan des bissectrices. Il se présente immédiatement un procédé d'étude très simple, celui de faire varier successivement l'inclinaison de l'arête de zone, et d'étudier chaque fois la variation dans la zone même.

*

*   *

Soient dans la fig. *A*, en projection stéréographique de la section sphérique, *c* le pôle de l'arête de zone, ω une des bissectrices (il nous importe peu laquelle, positive ou négative, puisque la règle de Fresnel n'en tient pas compte), *A* et *B* les axes optiques, *m* le pôle du plan des axes optiques, et *k* le pôle du plan de la zone *c* normal à celui des axes optiques.

Soit *f* le pôle d'une section de notre zone, et choisissons-le du même coté de $\widehat{cm}$ que ω la bissectrice de repère, et du même coté de $\widehat{ck}$ que *m* le pôle du plan des bissectrices et origine des angles *v*, qui nous donnent la position du pôle de section dans la zone, et que nous comptons positifs vers *k* et négatifs au delà de *m* vers $\bar{k}$.

Le grand cercle $\widehat{fc}$ est la section sphérique du plan qui coupe la section *f* (cela signifie: la section dont *f* est le pôle) selon l'arête de zone, ou si l'on veut parallèlement à la trace sur la section *f* du plan des bissectrices, et, s'il existe un clivage dans notre zone, selon ce clivage même. C'est donc la direction de repère des angles d'extinction. $\widehat{fA}$ et $\widehat{fB}$ sont les grands cercles passant par le pôle du plan de section

et par les pôles des axes optiques, dont l'angle est appelé 2α. L'un de ces deux grands cercles fait avec le grand cercle $\widehat{fc}$ l'angle α', l'autre l'angle β'. Le trait en points est la tangente du grand cercle bissecteur de l'angle 2α (qui n'a pas été tracé lui-même à cause de son énorme rayon), et c'est ce cercle qui manque, et à la place duquel nous avons mis sa tangente au pôle f, qui fait avec $\widehat{fc}$ l'angle d'extinction ε, ou angle de la direction de la vibration de même signe optique que ω (quand il faudra distinguer cette vibration de l'autre, dans l'angle d'extinction, nous mettrons ε^{ω}) avec la trace du plan des bissectrices sur la section f. Nous appellerons, quand il faudra en faire usage, ω' l'autre bissectrice, qui tombe naturellement derrière c, puisque $\omega + \omega' = 90^{\circ}$, $\varepsilon^{\omega'}$ l'angle d'extinction pour la vibration de même signe optique que ω', et nous distinguerons aussi les sections auxquelles se rapportent ces angles d'extinction, au moyen de la lettre du pôle de la section mise en indice inférieur (par exemple ε_f^{ω}, ε_m^{ω}, ε_k^{ω} pour les angles d'extinction sur f, sur m, sur k).

Appelons encore $s = \widehat{c\omega}$ l'obliquité de la bissectrice ω par rapport à l'arête de zone, $a = \omega A = \omega B$ le demi-angle des axes optiques autour de ω (qu'il soit aigu ou obtus), et nous aurons dans le triangel sphérique (fcA)

$$\operatorname{tang} \alpha' = \cos v \operatorname{tang} (s + a),$$

soit que le pôle de l'axe optique A tombe, comme dans la figure, audessus, soit qu'il tombe au-dessous de k.

Dans le triangle sphérique (fcB) nous avons de même

$$\operatorname{tang} \beta' = \cos v \operatorname{tang} (a - s)$$

pour le cas de la figure, et

$$\operatorname{tang} \beta' = \cos v \operatorname{tang} (s - a)$$

si B tombe au-dessous de c, entre c et ω.

Il est facile de voir que, pour le cas de la figure, où B tombe audessus de c, il est:

$$\alpha' = \alpha + \varepsilon, \quad \beta' = \alpha - \varepsilon, \quad 2\varepsilon = \alpha' - \beta', \quad 2\alpha = \alpha' + \beta',$$

et dans le cas où B tombe entre c et ω

$$\alpha' = \alpha + \varepsilon, \quad \beta' = \varepsilon - \alpha, \quad 2\varepsilon = \alpha' + \beta', \quad 2\alpha = \alpha' - \beta'.$$

Nous avons donc, dans le premier cas

$$\operatorname{tang} 2\varepsilon = \operatorname{tang}(\alpha' - \beta') = \frac{\operatorname{tang}\alpha' - \operatorname{tang}\beta'}{1 + \operatorname{tang}\alpha' \operatorname{tang}\beta'} = \frac{\cos v\,[\operatorname{tang}(s+a) - \operatorname{tang}(a-s)]}{1 + \cos^2 v \operatorname{tang}(s+a) \operatorname{tang}(a-s)},$$

et dans le second

$$\operatorname{tang} 2\varepsilon = \operatorname{tang}(\alpha' + \beta') = \frac{\operatorname{tang}\alpha' + \operatorname{tang}\beta'}{1 - \operatorname{tang}\alpha' \operatorname{tang}\beta'} = \frac{\cos v\,[\operatorname{tang}(s+a) + \operatorname{tang}(s-a)]}{1 - \cos^2 v \operatorname{tang}(s+a) \operatorname{tang}(s-a)}.$$

Ces deux expressions sont évidemment identiques, les tangentes d'angles égaux et de signes contraires étant égales et de signes contraires, et on aura pour tous les cas:

$$(1) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; \operatorname{tang} 2\varepsilon = \frac{\cos v\,[\operatorname{tang}(s+a) + \operatorname{tang}(s-a)]}{1 - \cos^2 v \operatorname{tang}(s+a) \operatorname{tang}(s-a)},$$

et analoguement

$$(2) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; \operatorname{tang} 2\alpha = \frac{\cos v\,[\operatorname{tang}(s+a) - \operatorname{tang}(s-a)]}{1 + \cos^2 v \operatorname{tang}(s+a) \operatorname{tang}(s-a)}.$$

La formule (1) nous donne l'angle d'extinction ε par la tangente de l'arc double, et c'est cette expression que nous allons discuter. L'expression (2) nous donne l'angle 2α des deux grands cercles $\widehat{fA}$ et $\widehat{fB}$, et on voit facilement qu'elle se transforme dans (1) si l'on remplace s par a et inversement. Et comme dans la discussion qui suit nous trouverons chaque fois accouplés deux cas dans l'un desquels a joue le même rôle que s dans l'autre et réciproquement, il s'ensuit qu'on aura en même temps discuté implicitement la formule (2). Du reste elle n'est pas intéressante.

Pour le coefficient avec lequel il faut multiplier la biréfringence maximum pour obtenir la biréfringence approchée sur le plan de f, nous aurons

$$(3) \;\ldots\ldots\ldots\; \sin(fA) \cdot \sin(fB) = \frac{\cos(s+a)\cos(s-a)}{\cos\alpha' \cos\beta'} =$$

$$= \sqrt{[1 - \sin^2 v \sin^2(s+a)]\,[1 - \sin^2 v \sin^2(s-a)]},$$

formule que l'on déduit facilement des triangles sphériques cités et des valeurs de $\operatorname{tang}\alpha'$ et $\operatorname{tang}\beta'$. La formule (3) permettra de calculer la biréfringence totale ou maximum approchée au moyen de la mesure de la biréfringence sur f, en fonction des coordonnées s et v de f et de l'angle des axes optiques $2a$.

Reprenons l'expression (1) qui va seule nous occuper.

Au moyen des formules usuelles de la polygonométrie on peut lui donner la forme

$$(4) \ldots\ldots\ldots\ldots \tang 2\varepsilon = \frac{\cos v \sin 2s}{\cos 2s - \sin^2 v (\cos^2 s - \cos^2 a)}$$

sous laquelle nous allons la discuter.

Cette formule donne chaque fois pour ε deux valeurs puisque $\tang 2\varepsilon$ et $\tang(180 + 2\varepsilon)$ ne diffèrent point l'un de l'autre. Il est facile cependant de voir que, un de ces arcs étant supérieur à 90°, c'est l'autre, que nous appellerons simplement ε, qui se rapporte à la vibration de même signe optique que ω, tandis que celui qui est supérieur à 90° et égal à $\varepsilon + 90°$ se rapporte à l'autre extinction. Comme on verra dans un instant, cet angle reste compris entre 0° et 90° si s lui-même est compris entre ces deux limites (et cela indépendamment du signe de v). Pour que ε soit positif et inférieur à 90° il suffit donc de compter les s positifs à partir de la coïncidence de c avec ω ($s = 0$), dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre pour un observateur placé dans le pôle m origine des v (et non sur le pôle diamétralement opposé!). Les angles d'extinction relatifs à l'autre vibration, les $\varepsilon^{\omega'}$, sont naturellement complémentaires des ε^{ω} et évidemment négatifs, ou, si l'on veut, supérieurs à 90°, soit $\varepsilon^{\omega'} = \varepsilon^{\omega} + 90°$ comme plus haut.

Nous commencerons par chercher quels changements peuvent subir les arcs qui composent l'expression de (4) sans que la valeur absolue de $\tang 2\varepsilon$ en soit affectée.

Il est évident d'abord que, si l'on met $-v$ au lieu de $+v$, ni la valeur absolue ni le signe de $\tang 2\varepsilon$ en sont atteints. Donc, chaque pôle situé du coté de cm opposé à celui où se trouve f (sur la figure A) a le même angle d'extinction que son symétrique par rapport au grand cercle $\widehat{cm}$, ce qui est tout naturel le pôle m étant celui d'un axe binaire de congruence pour le système optique (sous l'hypothèse de lumière homogène).

La substitution de v par $180 - v$ change simplement le signe de $\tang 2\varepsilon$ sans en atteindre la valeur absolue. En effet, les pôles avec $v' > 90°$ se trouvant à gauche de $\widehat{ck}$ sont symétriques, par rapport au plan des bissectrices, des pôles $v = 180 - v' < 90°$, et ce plan est un plan de symétrie de l'ellipsoïde optique ou d'une surface optique quelle qu'elle soit.

De même, la substitution de $+s$ par $-s$ produit un simple changement de signe en $\tang 2\varepsilon$ et par conséquent (voyez plus haut) en ε

lui-même, ce qui signifie que, pour deux zones dont les arêtes c forment avec ω des angles égaux de chaque côté, les angles d'extinction des pôles avec même coordonnée v (rapportée au même pôle origine m et au même sens rotatif pour un observateur placé en c) sont égaux et de signes contraires, conséquence de ce que le plan par $\widehat{\omega m}$ est un plan de symétrie optique. La même altération se produirait par le changement de s en $(180° - s)$, puisque c, aussi bien que ω, est normal à un axe binaire de symétrie optique.

Jusqu'à présent on a supposé que le demi-angle a des axes optiques autour de la bissectrice ω n'a pas changé. Si, maintenant, on remplace en même temps s par $(90° - s')$ et a par $(90° - a')$, on obtient dans la formule (4), à droite

$$-\frac{\cos v \sin 2s'}{\cos 2s' - \sin^2 v (\cos^2 s' - \cos^2 a')},$$

c'est-à-dire la même valeur absolue que pour s' et a' mais avec le signe négatif. Cela signifie que pour $a' > 45°$ (et s' quelconque) les angles d'extinction, pour une même valeur de v, sont complémentaires $(2\varepsilon' = 180° - 2\varepsilon;\ \varepsilon' = 90° - \varepsilon)$ de ceux pour $a = 90° - a' < 45°$ et $s = 90° - s'$, car pour des valeurs positives de s, ε est forcément positif si v est compris entre $-90°$ et $+90°$.

La formule (4) fournit pour chaque point de la sphère, considéré comme pôle d'une section, l'angle d'extinction de la vibration de même signe optique que la bissectrice ω par rapport à la trace du plan des bissectrices, en fonction des coordonnées sphériques v et s, dont la première est la distance au pôle origine m du plan des bissectrices, qu'on peut appeler la co-latitude, et s le complément de la distance, en mesure d'arc, entre le méridien de son pôle (de la section) et celui de la bissectrice ω, ce qu'on nommera la co-longitude. Le pôle fondamental est celui des deux pôles du plan des axes optiques pour lequel le sens de la rotation minimale, qui amène ω à coincider avec c, est celui des aiguilles d'une montre; c'est aussi le sens de comptage des s positifs depuis 0° (coïncidence de s avec ω) jusqu'à 90° (coïncidence de s avec ω' après parcours du quadrant postérieur $\widehat{\omega\omega'} = 90°$). Les angles v sont comptés positivement à partir de m $(v = 0°)$ dans le sens du mouvement des aiguilles pour un observateur placé sur le pôle c, jusqu'au pôle opposé à m $(v = \pm 180°)$, et négativement en sens contraire.

Par la discussion qui vient d'avoir lieu, on voit qu'il suffit de connaître les angles d'extinction pour les pôles qui d'après cette conven-

tion ont des coordonnées v et s positives et inférieures à 90°, pour les connaître aussi immédiatement, ou avec un simple changement de signe, pour tous les autres pôles, soit avec des v négatifs et $>90°$, soit avec des s négatifs. Si l'on voulait d'après cela construire des tables qui seraient à trois entrées: l'angle a d'abord, et ensuite les deux coordonnées s et v, on n'aurait qu'à calculer les angles d'extinction pour les v depuis 0° jusqu'à 90°, pour les s également depuis 0° jusqu'à 90°, mais pour les a seulement depuis 0° jusqu'à 45°, puisque pour les angles des axes optiques $2a$ avec $a>45°$ on n'aurait, d'après ce qui a été dit plus haut, qu'à prendre les angles d'extinction complémentaires de ceux pour les mêmes v et pour les s et les a complémentaires, ces a par conséquent inférieurs à 45° (*). Nous pouvons donc borner la discussion aux v et s positifs et inférieurs à 90°, et nous pourrions aussi la borner aux $a \leqq 45°$; mais nous ne le ferons pas pour mieux fixer les résultats. Du reste, les figures B à K montrent bien que les ε pour des $a' = 90 - a$ et $s' = 90 - s$ sont complémentaires de ceux pour a et s, et négatifs, car ils se rapportent chaque fois à l'autre bissectrice (ω').

Cela posé, nous passons à la discussion générale de l'expression (4). Nous avons vu plus haut comment on distingue, entre les deux valeurs de ε données par tang 2ε, celle qui se rapporte à la vibration de même signe optique que ω. Il y a cependant un cas douteux, celui où $\tang 2\varepsilon = 0$, car nous avons alors pour ε les valeurs

$$\varepsilon = 0° \quad \text{et} \quad \varepsilon = 90°$$

qui sont à la limite. Pour cela il faut qu'il soit

$$\sin 2s = 0 \quad \text{ou} \quad \cos v = 0.$$

(*) Il y a quatre plans de section avec même ε, comme l'exigent les trois axes binaires de congruence de l'ellipsoïde des indices; plus quatre autres plans avec le même ε absolu que les précédents, mais de signe contraire, comme l'exigent les trois plans de symétrie de l'ellipsoïde, qui renversent les sens rotatifs. Enfin, il y a huit autres plans dont les ε sont égaux respectivement à l'ε de chacun des huit plans précédents, et qui résultent, pour a variable (du contraire ils n'existent pas) de ce que la bissectrice de l'angle des bissectrices optiques est un axe binaire de congruence pour chaque paire de valeurs de a ($a + a' = 90°$).

Pour $\sin 2s = 0$ nous aurons

$$s = 0^\circ \quad \text{ou} \quad s = 90^\circ,$$

c'est-à-dire ω coïncidera avec c ou viendra se placer sur k. Dans le premier cas, l'axe de zone étant parallèle à la bissectrice ω, toutes les sections de la zone auront $\varepsilon = 0^\circ$ indépendamment de l'angle v et de l'angle a; dans le second on aura $\varepsilon = 90^\circ$ constant aussi. Ces deux cas sont ainsi tout de suite exclus de la discussion. Pour nous en rappeler nous mettrons:

I .... Pour $s = 0^\circ$ $\varepsilon_{\prime} = 0$, constant

I' .... Pour $s = 90^\circ$ $\varepsilon_{\prime} = 90^\circ$, constant.

Pour $\cos v = 0$ et par conséquent $v = 90^\circ$, c'est-à-dire pour le plan k, nous n'avons qu'à nous informer de ce qui se passe aux abords du pôle de ce plan, lorsque v est un peu inférieur à 90°. Si l'on donne à (4) la forme

$$(5) \quad \ldots \operatorname{tang} 2\varepsilon = \frac{\cos v \sin 2s}{\cos(s+a)\cos(s-a) - \cos^2 v \sin(s+a)\sin(s-a)},$$

et si l'on se rappelle que $\cos v$ est très proche de zéro, on voit qu'à la limite il n'y a que le produit $\cos(s+a)\cos(s-a)$ dont le signe détermine celui de $\operatorname{tang} 2\varepsilon$; nous aurons donc

$$\text{pour } s+a < 90^\circ, \quad \operatorname{tang} 2\varepsilon > 0, \quad 2\varepsilon < 90^\circ$$
$$\text{et pour } s+a > 90^\circ, \quad \operatorname{tang} 2\varepsilon < 0, \quad 2\varepsilon > 90^\circ.$$

Donc, s'il faut qu'à la limite, c'est-à-dire pour $v = 90^\circ$, on ait $\operatorname{tang} 2\varepsilon = 0$, il sera aussi

II .... pour $s + a < 90^\circ$ $\varepsilon_k = 0$

II' .... et pour $s + a > 90^\circ$ $\varepsilon_k = 90^\circ$.

(Ceci découlerait également de la discussion des derivées de ε; mais comme, en k, ε n'a pas de culmination, nous avons préféré présenter tout de suite et plus simplement ce résultat.)

Pour ce qui est des limites de ε pour des v et s positifs, dont nous avons fait usage précédemment en renvoyant à ce endroit, il est clair

que, le dénominateur de tang 2ε ne pouvant pas devenir infini, ε lui-même ne peut devenir 0° ou 90° qu'autant que son numérateur lui-même devient zéro, c'est-à-dire dans le cas que nous venons de discuter.

Or, ε étant égal à s pour $v=0^\circ$ partant positif et inférieur à 90°, pour le quadrant fondamental, il s'ensuit que, pour tous les v de ce quadrant, ε reste compris entre 0° et $+90^\circ$ quel que soit a. Il passe à 45° pour

(6) .... $\sin^2 v = \dfrac{\cos 2s}{\cos^2 s - \cos^2 a}$,

ce qu'on obtient en égalant à zéro le dénominateur de tang 2ε (4), et ceci exige pour tout v réel

$$s < 45^\circ \quad \text{et} \quad s - a < 0, \quad s + a > 90^\circ$$

ou bien

$$s > 45^\circ \quad \text{et} \quad s - a > 0, \quad s + a < 90^\circ,$$

deux cas qui ont lieu toujours ensemble, l'un pour l'une des bissectrices et l'autre pour l'autre bissectrice.

Pour $v=0^\circ$ l'expression de (4) fournit $2\varepsilon = 2s$; donc, indépendamment de la valeur de a,

III .... pour $v=0^\circ$: $\varepsilon_m = s$

Nous voyons par là que, l'obliquité initiale ($v=0^\circ$) étant toujours égale à s, l'obliquité finale ($v=90^\circ$) disparaît comme telle, et ε devient zéro si l'axe optique inférieur A tombe dans le quadrant $\widehat{ck}$, et 90° si, au contraire, il tombe en dehors de ce quadrant, au-dessous de k.

Pour savoir ce qui se passe au milieu de la zone afférente à chaque valeur de s, il faut discuter les dérivées de ε par rapport à v. Par dérivation de (4) on obtient tout d'abord:

(7) .... $\dfrac{d\,\text{tang}\,2\varepsilon}{dv} =$

$$= \frac{-\sin v \sin 2s[\cos 2s - \sin^2 v(\cos^2 s - \cos^2 a)] + 2\sin v \cos^2 v \sin 2s(\cos^2 s - \cos^2 a)}{(N)^2}$$

où N est le dénominateur de tang 2ε en (4).

Il est en outre

$$\frac{d \tang 2\varepsilon}{dv} = 2(1+\tang^2 2\varepsilon)\frac{d\varepsilon}{dv},$$

d'où

$$\frac{d\varepsilon}{dv} = \frac{1}{2(1+\tang^2 2\varepsilon)}\frac{d\tang 2\varepsilon}{dv},$$

et

$$1+\tang^2 2\varepsilon =$$

$$= \frac{\cos^2 v \sin^2 2s + \cos^2 2s + \sin^4 v(\cos^2 s - \cos^2 a)^2 - 2\cos 2s \sin^2 v(\cos^2 s - \cos^2 a)}{(N)^2}.$$

Faisant les réductions possibles on obtient enfin:

$$(8)\ldots 4\frac{d\varepsilon}{dv} = \frac{\sin v \sin 2s\,[\sin^2 v(\cos 2a - \cos 2s) - 2\cos 2a]}{1+\sin^2 v\left[\frac{1}{4}\sin^2 v(\cos 2a - \cos 2s)^2 + \cos 2a\cos 2s - 1\right]}.$$

Nous posons tout de suite le résultat de la seconde dérivation, qui nous sera nécessaire pour la distinction des maxima et des minima:

$$(9)\ \ldots\ldots\ \frac{d^2\varepsilon}{dv^2} = \frac{\cos v \sin 2s}{(N')^2}\Big\{\sin^6 v(\cos^2 s - \cos^2 a)^3 +$$

$$+\sin^4 v(\cos^2 s - \cos^2 a)[\sin^2 2a + \cos 2a(\cos^2 s - \cos^2 a)] +$$

$$+\sin^2 v[(\cos^2 a - \cos^2 s) - \cos 2s \sin^2 2a] - \cos 2a\Big\},$$

où (N') est le dénominateur de $\frac{d\varepsilon}{dv}$.

Les pôles à culmination de ε s'obtiennent en égalant à zéro le numérateur de $\frac{d\varepsilon}{dv}$, ce qui fournit les deux équations

$$\sin v = 0 \quad (v=0),$$

et

$$(10)\ldots \sin^2 v = \frac{2\cos 2a}{\cos 2a - \cos 2s}\left[v = \text{arc}\left(\sin = +\sqrt{\frac{2\cos 2a}{\cos 2a - \cos 2s}}\right)\right],$$

En faisant $v=0$ dans la seconde dérivée, on a

$$\frac{d^2\varepsilon}{dv^2} = -\frac{\sin 2s \cos 2a}{(N')^2},$$

d'où l'on conclut que, selon $\cos 2a$ est $>$ ou <0, c'est-à-dire $a<$ ou $>45^\circ$, ainsi l'angle d'extinction à l'origine est un maximum ou un minimum. En combinant ce résultat avec les précédents (II, II', III) on peut former le petit tableau provisoire suivant:

IV... Pour $s+a>90^\circ$ et $a>45^\circ$ il est $\begin{cases}\varepsilon_m = s, \text{ minimum}\\ \varepsilon_k = 90^\circ\end{cases}$

V... Pour $s+a<90^\circ$ et $a>45^\circ$, par conséquent $s<45^\circ$ et $s-a<0$ il est $\begin{cases}\varepsilon_m = s, \text{ minimum}\\ \varepsilon_k = 0^\circ\end{cases}$

VI... Pour $s+a>90^\circ$ et $a<45^\circ$, par conséquent $s>45^\circ$ et $s-a>0$ il est $\begin{cases}\varepsilon_m = s, \text{ maximum}\\ \varepsilon_k = 90^\circ\end{cases}$

VII... Pour $s+a<90^\circ$ et $a<45^\circ$ il est $\begin{cases}\varepsilon_m = s, \text{ maximum}\\ \varepsilon_k = 0^\circ\end{cases}$

IV et VII ne présentent rien d'extraordinaire; mais V et VI montrent qu'il doit exister au milieu de la zone un maximum dans V et un minimum dans VI, sans quoi le passage d'un minimum à zéro et d'un maximum à 90°, lorsque v ne varie qu'entre 0° et $+90^\circ$, ne pourrait avoir lieu à moins que, pour toute la zone, ε ne fût constamment 0° ou 90° respectivement, ce qui arrive seulement dans des cas de transition.

En effet l'équation (10), qui nous donne le v de l'autre pôle à culmination de ε, peut s'écrire

$$(11) \ldots \cos v = +\sqrt{\frac{\cos 2s + \cos 2a}{\cos 2s - \cos 2a}} = +\sqrt{\operatorname{cotg}(a+s)\operatorname{cotg}(a-s)}$$

(v étant $<90^\circ$ il n'y a que le signe $+$ qui convienne à la racine carrée), et montre qu'il faut pour un angle v réel, avoir

$$0<\operatorname{cotg}(a+s)\operatorname{cotg}(a-s)<1.$$

Donc, s'il est

$$a+s>90^\circ \quad \text{et partant} \quad \operatorname{cotg}(a+s)<0,$$

il doit être en même temps

$$a-s<0 \quad \text{et} \quad 90^\circ-(a-s)>a+s,$$

ce qui fournit immédiatement

$$a < 45° \quad \text{et} \quad s > 45°.$$

Ce sont justement les conditions de VI.

Mais s'il est

$$a + s < 90° \quad \text{et partant} \quad \operatorname{cotg}(a + s) > 0,$$

il faut que nous ayons en même temps

$$a - s > 0 \quad \text{et} \quad 90° - (a - s) < a + s,$$

c'est-à-dire

$$a > 45°, \quad s < 45°,$$

qui sont les conditions de V. Dans IV et VII ces valeurs culminantes de ε sont imaginaires, et il ne subsiste que le minimum et le maximum respectifs à l'origine m.

Pour savoir à quelle espèce de culmination donne lieu, dans les cas V et VI, la valeur de v de (10), on n'a qu'à introduire cette valeur dans la seconde dérivée (9), et on aura

$$(N')^2 \frac{d^2 \varepsilon}{d v^2} =$$

$$= 2 \sin^2 2a \sin 2s \sqrt{\operatorname{cotg}(s + a) \operatorname{cotg}(s - a)} \cdot \operatorname{cotg}(s + a) \operatorname{cotg}(a - s) \cos 2a.$$

En y faisant l'un après l'autre

$$a < 45°, \quad s > 45°, \quad a + s > 90°, \quad a - s < 0$$

et

$$a > 45°, \quad s < 45°, \quad a + s < 90°, \quad a - s > 0,$$

nous obtenons dans le premier cas, pour

$$\cos 2a \operatorname{cotg}(s + a) \operatorname{cotg}(a - s)$$

qui donne son signe à l'expression de $\frac{d^2 \varepsilon}{d v^2}$, une valeur essenciellement positive, ce qui indique un minimum, et dans le second une valeur essenciellement négative, ce qui indique un maximum de ε, comme il était

à prévoir d'après les valeurs sur les pôles m et k, et nous pouvons ajouter aux cas V et VI:

V'........... pour v d'après (10) ε_g = maximum,

VI'........... pour v d'après (10) ε_p = minimum,

où g et p réprésentent les pôles où ont lieu le maximum et le minimum dans les cas respectifs. Ces valeurs mêmes de ε s'obtiennent portant v d'après (10) en (4), ce qui produit

$$\operatorname{tang} 2\varepsilon = \frac{\sin 2s}{\cos 2s + \cos 2a} \sqrt{\frac{\cos 2s + \cos 2a}{\cos 2s - \cos 2a}},$$

ou bien

$$\operatorname{tang} 2\varepsilon = \frac{\sin 2s}{\cos 2s + \cos 2a} \sqrt{\operatorname{cotg}(s+a)\operatorname{cotg}(a-s)},$$

expression que l'on ne peut pas raccourcir en mèttant $\cos 2s + \cos 2a$ sous le radical, car le signe de $\operatorname{tang} 2\varepsilon$ serait perdu par l'élévation de cette somme au carré et englobation sous le radical.

Il nous resterait à trouver les inflexions en égalant à zéro la seconde dérivée de ε par rapport à v. Cela nous donne tout d'abord

$$\cos v = 0, \quad v = 90^\circ;$$

donc, il y a une inflexion sur k. Ce pôle qui à première vue semblait devoir être un point de culmination à cause des valeurs de ε ($\varepsilon = 0^\circ$ ou 90°), est un point d'inflexion, et, si l'on suppose l'axe des abscisses prolongé au-delà de $v = 90^\circ$ vers les $v > 90^\circ$, on verra la courbe des ε descendre au-dessous de l'axe des abscisses pour $s + a < 90$, ou continuer à monter au-dessus de l'horizontale de 90° pour $s + a > 90^\circ$. C'est ce qu'on peut remarquer dans les figures *B* à *K*. Le rayon de la sphère dont k est le pôle est un axe binaire de congruence de la courbe des ε, tandis que le plan qui coupe la sphère selon le grand cercle $\widehat{mc}$ est un plan de symétrie de la courbe, qui, comme on a vu, a une culmination sur m, et présente les mêmes ordonnées ε pour les abscisses $+v$ et $-v$ de signe contraire.

Une seconde inflexion est donnée par l'équation du 3ème degré en $\sin^2 v$ qui résulte d'égaler à zéro la grande parenthese du numérateur de $\frac{d^2\varepsilon}{dv^2}$, et qui a toujours au moins *une* racine réelle qui peut cependant ne pas convenir à un sinus au carré (il suffit qu'elle soit négative ou

plus grande que l'unité). Il est inutile, pour notre but du moins, de se détenir à la résolution de cette équation, ce qui du reste ne présenterait aucune difficulté; cependant il est bien évident que cette racine réelle de l'équation conviendra au sinus carré dans V et VI, et appartiendra à un point entre les deux culminations de chacun de ces cas, où il y a forcément une inflexion.

D'après les figures *B* à *K* qui ont été décrites par points au moyen des diagrammes stéréographiques imprimés d'après Fedorow, il semble que l'inflexion au milieu de la zone revient dans quelques cas outre V et VI, et manque dans d'autres. Les deux autres racines de l'équation du 3ème degré en $\sin^2 v$ sont très probablement imaginaires.

Pour pouvoir réunir tous ces résultats dans une description simple des phénomènes, il nous manque traiter les cas de transition.

Nous avons d'abord pour $s+a=90°$, c'est-à-dire lorsque k coïncide avec un pôle d'axe optique, d'après (4)

$$\tan 2\varepsilon = \frac{\tan 2s}{\cos v}.$$

Pour $v=0°$ on obtient comme toujours et indépendamment de $a: \varepsilon_m = s$; et pour $v=90: \varepsilon_k = 45°$, indépendamment aussi de s. La première dérivée (9) nous fournit pour ce cas

$$4\frac{d\varepsilon}{dv} = -\frac{2\sin 2a \sin v}{1-\sin^2 v \cos^2 2a}\cos 2a,$$

par où l'on voit que la seule culmination, dans ce cas, a lieu à l'origine (pour $v=0°$) comme généralement, et qu'aucune ne prend place au milieu de la zone. Cette dérivée est positive pour $a>45°$; donc ε croit depuis $s<45°$ en m $(v=0°)$ jusqu'à 45° en k. Pour $a<45°$ $\frac{d\varepsilon}{dv}$ est négatif, ε décroit depuis $s>45°$ en $m(v=0°)$ jusqu'à 45° en $k(v=90°)$.

Il est évident que nous avons une discontinuité pour $v=90°$, car ε ne peut pas rester positif et inférieur à 90°, en même temps, du coté des $v>90°$. En effet, si nous faisons décroitre v dans l'expression précédente pour $\tan 2\varepsilon$, de 180° jusqu'à 90°, $\tan 2\varepsilon$ toujours négative s'approche de $-\infty$, valeur que la fonction atteint en même temps qu'elle atteint $+\infty$ pour v croissant de 0° à $+90°$. Donc, ε approche, du coté des $v>90°$, ou $-45°$ ou bien $+135°$, tandis que, du coté des $v<90°$, ε approche 45°. Il est facile de voir que, pour $s<45°$, la marche des ε est:

$$\begin{array}{cccccc} v=0 & \rightarrow & v=90^\circ & v=90^\circ & \leftarrow & v=180^\circ \\ \varepsilon_m=s<45^\circ & & \varepsilon_k=45^\circ & \varepsilon_k=135^\circ & & \varepsilon_{m'}=180^\circ-s, \end{array}$$

et pour $s>45^\circ$:

$$\begin{array}{cccccc} v=0 & \rightarrow & v=90^\circ & v=90^\circ & \leftarrow & v=180^\circ \\ \varepsilon_m=s>45^\circ. & & \varepsilon_k=45^\circ & \varepsilon_k=-45^\circ & & \varepsilon_{m'}=-s. \end{array}$$

La discontinuité est, dans le premier cas, positive, dans le second, négative, toujours égale à 90° en valeur absolue.

De fait, les valeurs $\varepsilon_k=45$, -45, 135 ne sont que des limites vers lesquels $\varepsilon_{,}$ tend, lorsque v tend vers 90°, car, comme on sait, il n'y a pas de direction particulière d'extinction sur les plans normaux aux axes optiques, ce qui est le cas du plan k ici. Donc, au moment où v atteint 90° de quelque coté qu'il en approche, et où ε atteint $\pm 45^\circ$ ou 135°, celui-ci devient en même temps indéterminé, toutes les directions étant des directions d'extinction sur ce plan.

En second lieu nous avons la transition $s=a$ ou $s-a=0$ à discuter.

Les formules générales (4) et (9) deviennent

$$\operatorname{tang} 2\varepsilon = \cos v \operatorname{tang} 2a$$

et

$$4\frac{d\varepsilon}{dv} = -\frac{2\sin v \sin 2a}{1-\sin^2 v \sin^2 2a}\cos 2a.$$

La première montre que, pour l'origine ($v=0^\circ$), on a $\varepsilon=s=a$, et pour le pôle k ($v=90^\circ$) on aura $\varepsilon=0^\circ$ ou 90° selon $s+a<90^\circ$ ou $s+a>90^\circ$, c'est-à-dire selon $s=a<45^\circ$ ou $s=a>45^\circ$. La seconde expression montre de son côté qu'il n'y a qu'une seule culmination, celle de l'origine (pour $v=0^\circ$) comme toujours, et que c'est un maximum pour $a<45^\circ$ parce que ε décroit alors avec v $\left(\frac{d\varepsilon}{dv}<0\right)$, et un minimum pour $a>45^\circ$ par raison du contraire, ce qui est d'accord avec les résultats de la première équation.

Pour $s=45^\circ$ les formules fondamentales (4) et (9) deviennent

$$\operatorname{tang} 2\varepsilon = \frac{2\cos v}{\sin^2 v \cos 2a},$$

$$\frac{d\varepsilon}{dv} = -\frac{\sin v \cos 2a\,(1+\cos^2 v)}{4\cos^2 v + \sin^4 v \cos^2 2a}.$$

Tandis que la première donne

$$\text{pour } v=0^\circ, \quad \varepsilon_m=45^\circ=s,$$

$$\text{et pour } v=90^\circ, \begin{cases} \varepsilon_k=0^\circ \text{ si } a<45^\circ \\ \varepsilon=90^\circ \text{ si } a>45^\circ, \end{cases}$$

la seconde montre qu'il existe un seul pôle à culmination, le pôle m de l'origine comme toujours, car $(1+\cos^2 v)$ ne peut devenir zéro pour des valeurs réelles de v. Cette culmination de ε est un maximum pour $a<45^\circ$ et un minimum pour $a>45^\circ$, en harmonie avec la première formule.

Un quatrième cas de transition est celui pour lequel nous avons $a=45^\circ$.

Les formules (4) et (9) fournissent

$$\operatorname{tang} 2\varepsilon = \frac{2\cos v \operatorname{tang} 2s}{1+\cos^2 v},$$

$$\frac{d\varepsilon}{dv} = -\frac{\sin^3 v \sin 2s \cos 2s}{4\cos^2 v + \sin^4 v \cos^2 2s},$$

dont la seconde montre qu'il n'y a qu'une culmination réelle de ε qui est justement celle de l'origine ($v=0$), et que c'est un maximum pour $s<45^\circ$ $\left(\frac{d\varepsilon}{dv}<0\right)$ et par conséquent pour $a+s<90^\circ$, et un minimum pour $s>45^\circ$ ou bien $a+s>90^\circ$ $\left(\frac{d\varepsilon}{dv} \text{ est alors } >0\right)$. La première donne comme dans le cas général

$$\text{pour } v=0, \quad \varepsilon_m=s,$$

$$\text{pour } v=90^\circ, \begin{cases} \varepsilon_k=0^\circ \text{ pour } a+s<90^\circ \\ \varepsilon_k=90^\circ \text{ pour } a+s>90^\circ. \end{cases}$$

Le dernier cas de transition à traiter est celui où ont lieu en même temps les conditions

$$s=45^\circ \quad \text{et} \quad a=45^\circ,$$

ou bien

$$s+a=90^\circ, \quad s-a=0.$$

C'est un cas particulier de celui où l'on a simplement $s+a=90^\circ$,

et par conséquent nous devons compter avec la discontinuité sur le pôle k. Du reste, comme il est ici $\tang 2\varepsilon = \infty$ constant, indépendamment de v, il s'ensuit que ε sera toujours égal à 45° pour les v plus petits que 90°, et égal à $-45°$ ou 135° pour les $v > 90°$; la courbe est donc une droite horizontale (fig. H).

Nous avons exclus de cette discussion les cas de $a = 0°$ et $a = 90°$ qui conviennent à un minéral uniaxe qui ne nous interesse pas, puisqu'il n'y a pas d'angle des axes optiques.

Dans le tableau suivant se trouvent réunies les propriétés remarquables des courbes $\varepsilon = f(v)$ tracées dans les figures B à E pour les cas généraux, et F à K pour les cas de transition:

I

$a < 45°$ (ω = bissectrice aiguë)

1) $s < 45°$ par conséquent $s + a < 90°$

α) $s - a < 0$ (fig. B à gauche) (*) ...... $\begin{cases} \varepsilon_m = s, \text{ maximum} \\ \varepsilon_k = 0, \text{ inflexion} \end{cases}$

β) $s - a = 0$ (fig. F à droite) .... comme α)

γ) $s - a > 0$ (fig. C à gauche) .... comme α)

2) $s = 45°$ p. c. $s + a < 90°$ et $s - a > 0$ (fig. G à droite) .... comme α)

3) $s > 45°$ p. c. $s - a > 0$

α) $s + a < 90°$ (fig. D à gauche)........ comme α)

β) $s + a = 90°$ (fig. H à droite) .... $\begin{cases} \varepsilon_m = s, \text{ maximum} \\ \varepsilon_k = [45° \text{ (lim.)}] = \frac{0}{0} \end{cases}$

γ) $s + a > 90°$ (fig. E à droite) .... $\begin{cases} \varepsilon_m = s, \text{ maximum} \\ \varepsilon_i = \text{inflexion} \\ \varepsilon_p = \text{minimum} \\ \varepsilon_k = 90°, \text{ inflexion} \end{cases}$

(*) «A gauche, à droite» signifie que l'axe des ordonnées, des ε, se trouve à gauche ou à droite du lecteur. L'axe des abscisses est toujours le même, et se rapporte toujours au mêmes pôles du quadrant fondamental. Plus de détails dans les pages qui suivent. En face de chaque cas spécial se trouvent les angles d'extinctions remarquables, autant qu'ils ont été constatés. «Comme α, comme ant. (antérieurement)» signifie que les angles ε remarquables sont analogues et analoguement distribués par rapport à ceux du cas précédent.

II

$a > 45°$ (ω = bissectrice obtuse)

1) $s < 45°$ p. c. $s - a < 0$

α) $s + a < 90°$ (fig. *E* à gauche)........	$\varepsilon_m = s$, minimum ε_i = inflexion ε_g = maximum $\varepsilon_k = 90°$, inflexion
β) $s + a = 90°$ (fig. *H* à gauche)........	$\varepsilon_m = s$, minimum $\varepsilon_k = [45°\ (\text{lim.})] = \frac{0}{0}$
γ) $s + a > 90°$ (fig. *D* à droite)........	$\varepsilon_m = s$. minimum $\varepsilon_k = 90°$, inflexion

2) $s = 45°$ p. c. $s - a < 0$, $s + a > 90°$ (fig. *G* à gauche)...................... comme ant.

3) $s > 45°$ p. c. $s + a > 90°$

α) $s - a < 0$ (fig. *C* à droite).......... comme ant.
β) $s - a = 0$ (fig. *F* à gauche)......... comme ant.
γ) $s - a > 0$ (fig. *B* à droite).......... comme ant.

III

$a = 45°$

1) $s < 45°$ p. c. $s + a < 90°$, $s - a < 0°$ (fig. *K* à gauche).......................	$\varepsilon_m = s$, maximum $\varepsilon_k = 0°$, inflexion
2) $s = 45°$ p. c. $s + a = 90°$, $s - a = 0$ (fig. *H*, trait horizontal à l'ordonnée de 45°).	$\varepsilon_f = 45°$, constant $\varepsilon_k = [45°\ (\text{lim.})] = \frac{0}{0}$
3) $s > 45°$ p. c. $s + a > 90$, $s - a > 0$ (fig *K* à droite).........................	$\varepsilon_m = s$, minimum $\varepsilon_k = 90°$, inflexion

IV

tang $2s = 0$

1) $s = 0°$.............................. $\varepsilon_f = 0°$, constant
2) $s = 90°$ .... $\varepsilon_f = 90°$, constant.

1ʳᵉ remarque.—Les huit cas généraux se correspondent deux à deux de telle façon, qu'on n'a qu'à renverser les ordonnées pour les transformer l'un dans l'autre. La raison en est que, si pour la bissectrice ω par exemple on a

$$(12) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \begin{cases} s+a>90^\circ, & s>45^\circ \\ s-a<0\ , & a>45^\circ, \end{cases}$$

on aura pour la bissectrice ω', puisqu'il est

$$\omega c + c\omega' = s + s' = 90^\circ$$

et

$$A\omega + A\omega' = a + a' = 90^\circ:$$

$$s' + a' = 180 - (s+a), \quad s' - a' = a - s,$$

et par conséquent

$$(12') \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \begin{cases} s'+a'<90^\circ, & s'<45^\circ \\ s'-a'>0\ , & a'<45^\circ. \end{cases}$$

Or, nous avons vu plus haut que $\operatorname{tang} 2\varepsilon$ (4) ne change que de signe lorsqu'on remplace simultanément a et s par leurs arcs complémentaires, et que ce changement de signe de $\operatorname{tang} 2\varepsilon$ ne correspond pas à un changement de signe de ε, mais à la substitution par l'arc complémentaire. On n'aura donc qu'à renverser les ordonnées, ou plutôt à faire tourner la courbe de 180° autour de l'horizontale de 45°, tout en conservant l'axe des ordonnées immobile, pour transformer la courbe appartenant à (12) dans celle qui appartient à (12'). Si l'on tient compte en outre que, si les conditions (12) ont lieu pour une bissectrice, les conditions (12') ont lieu pour l'autre, et que pour cette dernière, étant donnés toujours les mêmes pôles, les ε sont de signe contraire à ceux relatifs à la bissectrice de (12), on ne s'étonnera pas de trouver les ε de (12') non seulement complémentaires de ceux de (12), mais encore négatifs, tandis que les ε de (12) eux-mêmes sont positifs. La seule différence des deux cas accouplés c'est que pour l'un (celui avec l'axe des ordonnées à droite et les ε positifs) l'axe des abscisses (v) est dirigé de droite à gauche, et pour l'autre de gauche à droite, ce qui est secondaire [(12) et (12') sont par exemple les cas des figures *B* et *C* avec (12) à droite et (12') à gauche].

On voit aussi que les cas uniques pour lesquels il y une culmina-

nation de ε au milieu de la zone, ont lieu simultanément l'un pour la bissectrice aiguë, l'autre pour la bissectrice obtuse.

2ème *remarque*.—Nous avons dit plus haut que le changement de v en $180 - v$ et de s en $180 - s$, chacun de son côté, faisaient changer de signe à ε, l'angle d'extinction. Cela est vrai sans doute, mais ne correspondrait pas aux exigences de l'expression (4), qui ne présente aucune discontinuité de la première dérivée pour les pôles $v = 90^\circ$ ou $s = 90^\circ$. Or, cela exige que, lorsque ε arrive sur $k (v = 90^\circ)$ du côté des v positifs avec la valeur 90°, ce qui a lieu en général lorsque $s + a > 90^\circ$, on regarde les ε appartenant aux $v > 90^\circ$ non pas comme négatifs, mais comme supérieurs à 90° eux-mêmes, ce qui revient naturellement au même, car les phénomènes en question étant centrés, il est indifférent de prendre l'une ou l'autre direction d'une droite descriptive d'un de ces phénomènes. Pour $s + a < 90^\circ$ les ε des $v > 90^\circ$ seront de leur côté négatifs.

De même pour s; car ε étant constant et égal 90° lorsque s atteint lui-même 90°, (4) exige que pour $s > 90^\circ$ on prenne $\varepsilon > 90^\circ$ au lieu de le prendre négatif, tandis que pour $s < 0^\circ$ on doit le prendre négatif et $< 90^\circ$ en valeur absolue.

Si l'on exclut les angles d'extinction supérieurs à 90° on retombe dans ce que nous avons dit au commencement.

*

* *

Il s'agit maintenant de résoudre le problème réciproque. Notre équation (4), que nous pouvons mettre sous la forme

$$(13) \quad \ldots\ldots\ldots \tan 2\varepsilon = \frac{2 \cos v \sin 2s}{\cos 2s\,(1 + \cos^2 v) + \sin^2 v \cos 2a},$$

nous permet de résoudre le problème plus général où: étant donnés les angles d'extinction ε et ε' pour des vibrations de même signe optique et pour la trace du plan des axes optiques sur chacun des plans de section aux coordonnées v et v', il s'agit de déterminer les valeurs de a et s, c'est-à-dire l'angle des axes optiques et la position de la bissectrice par rapport à l'arête de zone.

Un s unique dit assez que les deux plans de section doivent appar-

tenir à une même zone avec le plan des bissectrices. La connaissance des v nous dit aussi que la position des plans de section par rapport au plan des bissectrices est connue; mais dans ce plan on ne connait la direction ni des axes optiques ni des bissectrices, et c'est justement ce qu'on veut trouver.

On suppose naturellement les deux plans de sections transportés dans le quadrant fondamental (des v positifs), et l'on a par (13):

$$(14) \; \ldots\ldots \cos 2a = \frac{2 \cos v \operatorname{cotg} 2\varepsilon}{\sin^2 v} \sin 2s - \frac{1+\cos^2 v}{\sin^2 v} \cos 2s$$

pour le plan defini par v et ε, et une équation analogue en v' et ε' pour l'autre plan.

Égalant les valeurs de $\cos 2a$, et faisant les réductions, on obtient

$$(15) \; \ldots\ldots\ldots \operatorname{tang} 2s = \frac{\sin(v'+v)\sin(v'-v)}{\operatorname{cotg} 2\varepsilon \cos v \sin^2 v' - \operatorname{cotg} 2\varepsilon' \cos v' \sin^2 v},$$

qui nous donne s ($< 90^\circ$ pour le quadrant fondamental), après quoi (14) nous donne le demi-angle a (l'angle positif donné par la formule) des axes optiques. L'angle s nous donne l'orientation, par rapport à l'arête de zone, de la bissectrice de même signe optique que les vibrations par rapport auxquelles sont pris ε et ε', et $2a$ l'angle autour de cette bissectrice.

Pour $v'=0$ on obtient de (15)

$$\operatorname{tang} 2s = \frac{\sin^2 v}{\operatorname{cotg} 2\varepsilon' \sin^2 v} = \operatorname{tang} 2\varepsilon',$$

et (14) résout à elle seule le problème. C'est l'emploi, comme un des deux plan d'étude, du plan même des axes optiques, pour lequel est $v=0^\circ$ et l'angle d'extinction ε égal à l'obliquité s.

Quoique les directions d'extinction sur le plan des axes optiques soient indépendantes de la position de ces axes, et partant de leur angle, ce plan est non seulement utilisable mais même simplificateur du calcul, parce qu'il donne directement l'autre inconnue s. Par contre, les plans normaux au plan des axes optiques dans toutes les zones, c'est-à-dire les plans de la zone de l'axe moyen d'élasticité, ont toujours un $\varepsilon=0^\circ$ ou 90°, indépendamment de s et de a; le même fait a lieu pour les plans des zones des bissectrices. Aucun de ces plans n'est utili-

sable pour cette détermination de s et a, et ne sont pas non plus utilisables deux plans symétriques par rapport aux axes binaires ou aux plans de symétrie de l'ellipsoïde, parcequ'ils ne réprésentent pas des plans différents, mais, tout au contraire, transportés dans le quadrant fondamental, ils s'identifient.

Dans les cas à culmination au milieu de la zone, il peut arriver qu'on trouve sur deux plans différents (v et v') le même angle d'extinction ε. Alors (15) fournit

$$\text{tang}\, 2s = \frac{\sin(v'+v)\sin(v'-v)}{\cos v \sin^2 v' - \cos v' \sin^2 v} \text{tang}\, 2\varepsilon.$$

Si l'un de ces plans est celui des axes optiques même on a $\varepsilon = s$, et d'après (14)

$$\cos 2a = -\cos 2s\, \text{tang}^2 \frac{v}{2},$$

qui est en harmonie avec la condition de ces cas: $a > 45°$ pour $s < 45°$ et inversement.

Le seul cas qui pourrait se confondre avec celui-ci a lieu lorsque $s = a = 45°$, car alors on mesurera $\varepsilon = 45°$ quel que soit v. Mais si l'on considère les conditions pour que ε passe à 45° (page 23), on remarque tout de suite que ces conditions sont incompatibles avec celles des deux cas à culmination au milieu de la zone, ce qui signifie que, pour ces derniers cas, ε ne passe pas à 45°, et il ne peut par suite y avoir confusion avec le cas $s = a = 45°$, qui du reste doit être bien rare.

Deux sections différentes à même ε (cas de culmination au milieu de la zone) se distinguent sous le microscope à leur biréfringence différente [formule (3)] et, au moyen d'une platine universelle, à ce qu'une rotation du même sens autour de la trace de l'axe de zone ferait augmenter pour l'une des sections et décroitre pour l'autre l'angle d'extinction; rotations de même sens sont ici des rotations qui rapprochent ou écartent toutes deux les plans normaux à l'axe du microscope, du plan des axes optiques. Les plans à culminations eux-mêmes donnent, quel que soit le sens des rotations, toujours accroissement ou décroissement des angles d'extinction (ε). Le plan des axes optiques se distingue en cela de tout autre plan à culmination en ce que, une rotation autour de l'une quelconque de ses directions de vibrations, laisse persister l'extinction.

Signalons encore des relations intéressantes entre l'angle d'extinction ε et la biréfringence.

La formule (3) fournit, désignant par (b) la biréfringence relative de notre plan par rapport à la biréfringence maximum approchée,

$$(16)\quad (b)^2 = 1 - \sin^2 v \left[\frac{1}{4}\sin^2 v(\cos 2s - \cos 2a)^2 + \cos 2a \cos 2s - 1\right].$$

Si l'on compare cette valeur avec celle de $(1 + \operatorname{tang}^2 2\varepsilon)$ trouvée à la page 24, et si l'on remarque que pour le dénominateur (N) de $\operatorname{tang} 2\varepsilon$ en (4) on a

$$(N) = \cos v \sin 2s \operatorname{cotg} 2\varepsilon,$$

on trouve

$$(17)\ \ldots\ (b)^2 = 2 - (N)^2(1 + \operatorname{tang}^2 2\varepsilon) = 2 - \frac{\cos^2 v \sin^2 2s}{\sin^2 2\varepsilon}.$$

Cette relation permet de calculer la biréfringence approchée au moyen des coordonnées v et s et de l'angle d'extinction, aussi bien que de calculer celui-ci en fonction des grandeurs précédentes. Le calcul de ε par (b) au moyen de (17) ne serait pas très exact, mais dans le cas où l'on ne dispose pas de la trace du plan des bissectrices sur la section à l'étude (par exemple avec une lamelle de clivage d'amphibole sans contours ni traits de clivage), on pourrait toujours obtenir ε, dont on a besoin pour le calcul de l'angle des axes optiques, tandis qu'une relation directe entre a et (b) serait très compliquée (équation du 2ème degré en $\cos 2a$). Naturellement il faut connaître la biréfringence maximum, s et v.

*

* *

Applications: I.— Hornblende des quartzdiorites de la région de Evora, province d'Alemtejo (Portugal). Angle d'extinction maximum de la zone du prisme = angle d'extinction sur (010), qui est parallèle au plan des axes optiques:

$$s = 22°;$$

angle d'extinction sur le prisme

$$\varepsilon = 16°.$$

Faisant $(110):(1\bar{1}0)=124^\circ,5$ et partant

$$v=62^\circ\,15',$$

on obtient au moyen de (14)

$$2a=78^\circ\,13',$$

un angle très petit pour l'hornblende commune. Nous avons ici (comme dans les deux exemples qui suivent)

$$s<45,\quad a<45^\circ,\quad a+s<90^\circ,\quad a-s>0,$$

qui est le cas de fig. *B* (à gauche pour la bissectrice aiguë de cet angle qui est la bissectrice positive, puisque nous avons fait usage des s et ε relatifs à la vibration positive, et à droite pour la bissectrice obtuse et négative).

II.— Dans son travail sur la *Monchiquite*, Rosenbusch (*Tchermak's Mittheilungen*, XI, page 457) décrit une hornblende avec:

$$s=12^\circ,\quad \varepsilon=9^\circ,$$

pour laquelle l'auteur prévoit un grand angle $2a$, à cause de ses observations superficielles en lumière convergente.

Faisant $v=62^\circ\,15'$, on obtient au moyen de (14)

$$2a=85^\circ\,56',5,$$

un angle assez grand en effet mais à peu près égal au suivant.

III.— J. J. Soukup (*Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc.*, 1899, II, page 59) décrit une hornblende avec

$$s=20^\circ,\quad \varepsilon=15^\circ,5;$$

on obtient avec $v=62^\circ\,15'$,

$$2a=85^\circ\,18',5.$$

Cette valeur diffère beaucoup de celle de I, quoique les données en soient très proches. Mettant de côté la possibilité d'une erreur de cal-

cul, celà prouve que pour s ou pour (ε, v) nous sommes ici dans des conditions d'extrême sensibilité pour $2a$, tandis que II, avec des données si différentes et un résultat si pareil, montre que de III à II la variation de $2a$ résultante de celle de s, est compensée par celle que provoque le saut de ε.

IV.—Enfin M. F. Becke dans sa description de la Tonalite des Rieserferner (*Tchermak's Mineralogische und petrographische Mittheilungen*, XIII, page 399) nous décrit une hornblende, dont l'obliquité de la vibration positive par rapport à l'arête du prisme, est de 13°,5 à 14° sur (010) et de 12°,5 sur (110). Nous aurions donc

$$s = 13°,5 \text{ à } 14°$$
$$\varepsilon = 12°,5$$
$$v = 62° 15',$$

et la formule pour $\cos 2a$ nous donnerait

$$2a = 100° \text{ pour } s = 13°,5,$$
$$2a = 103° \text{ pour } s = 14°,$$

ce qui s'écarte beaucoup trop de l'angle mesuré par M. Becke sur une section par où sortait un axe optique, et qui, après les calculs nécessaires pour transformer la donnée d'observation dans l'angle vrai des axes optiques, est devenu

$$2V = 68° \text{ à } 71°.$$

Il n'est pas étonnant que ces mesures s'écartent un peu de la vérité, étant donnée l'indecision des figures d'interférence en lumière convergente. Cela est encore accru par le fait que c'est le sinus et non pas l'angle même qu'on mesure, et que l'erreur commise dans l'évaluation du sinus paraît dans l'angle, multiplié par la sécante. En effet, on a

$$d(\sin a) = \cos a \cdot da,$$

ou bien

$$da = \frac{d(\sin a)}{\cos a} = \sec a \cdot d(\sin a).$$

Or, la sécante est > 1 et croit avec l'angle jusqu'à devenir ∞ pour $a = 90°$.

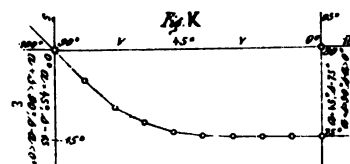
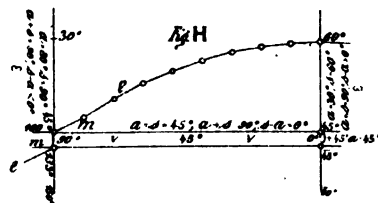
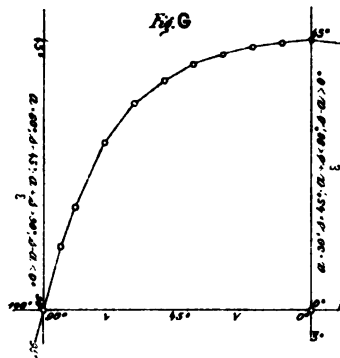
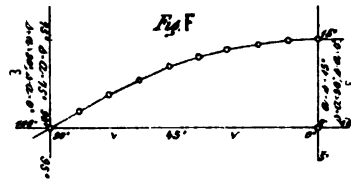
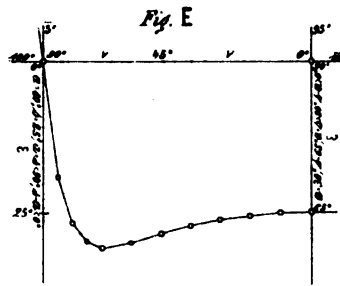
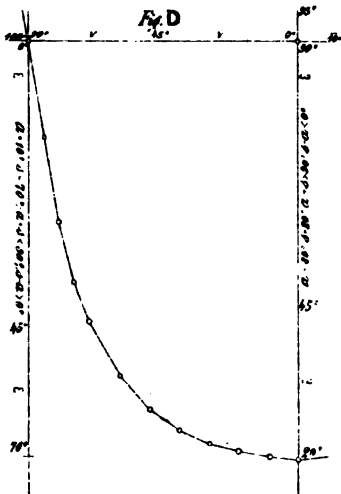
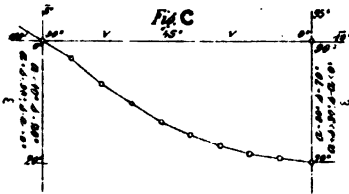
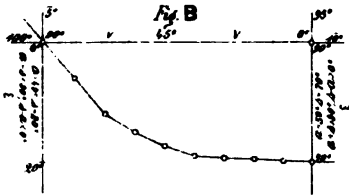
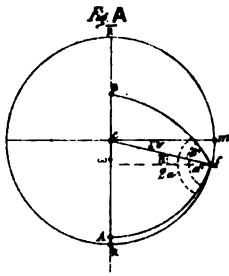
Il est plus que probable que l'erreur commise dans la mesure de l'angle d'extinction est bien moindre que celle de l'angle d'un axe optique avec la normale de la section à l'étude. Elle est dans le premier cas du second ordre, tandis que dans le deuxième cas elle est du premier ordre par rapport à un écart de l'axe de collimation du microscope, de la normale de la section observée; et à cela vient se joindre l'indécision, déjà citée, de l'image en lumière convergente.

Je suis cependant convaincu que l'angle $2V$ obtenu par M. Becke ne s'écarte pas tant de la vérité qu'il en a l'air d'après le calcul par ma formule (quoiqu'il soit un peu trop petit pour l'hornblende commune), mais que c'est dans l'angle $(c\mathfrak{c}) = 14°$ qu'il y a une erreur en défaut, puisqu'il est très anormalement petit, presque égal à celui $[(c\mathfrak{c}') = 12°,5]$ sur le prisme. Ce serait donc mon $2a$ qui serait trop grand pour avoir été calculé au moyen d'un angle $(c\mathfrak{c})$ inexact.

Du reste, il suffit de faire les constructions sur un canevas stéréographique de Fedorow pour se convaincre que, conservant $(c\mathfrak{c}) = 14°$ et prenant $2V = 68°$, on arrive à une obliquité de $8°\,^3/_4$ à peu près, sur le prisme, ce qui est loin de $12°,5$ que M. Becke donne pour cet angle.

Lisbonne, Décembre de 1899.

ERRATA

Page 19, ligne 6 à 11, *au lieu de:* Cette formule donne pour ε......... se rapporte à l'autre extinction.; *lisez*: Cette formule fournit pour 2ε deux valeurs telles que 2ε et $-(180 - 2\varepsilon)$, inférieures à 180° en valeur absolue. On prendra chaque fois celle dont le signe sera celui de s, si l'on veut l'angle d'extinction de la vibration de même signe optique que la bissectrice ω à laquelle se rapporte s, supposant que le demi-angle a des axes optiques se rapporte aussi à cette bissectrice. L'autre de ces deux angles-là donnera l'angle d'extinction pour la vibration de signe optique contraire à celui de ω.

V. Souza Brandão, del.

Lith. E. Barrault.

III

SUR LA DÉTERMINATION DE LA POSITION DES AXES OPTIQUES AU MOYEN DES DIRECTIONS D'EXTINCTION.

PAR

VICENTE DE SOUSA-BRANDÃO.

Nous avons établi, dans notre mémoire *Sur la détermination de l'angle des axes optiques dans les minéraux des roches*, une formule * qui fournit l'obliquité de l'une des bissectrices par rapport à une arête de zone du plan des axes optiques, quand on connait les angles d'extinction sur deux faces de cette zone par rapport à l'arête susdite. La formule (14. I) donne ensuite l'angle des axes optiques $2a$.

La restriction à des faces en zone avec le plan des axes optiques n'est pas une condition essentielle de la résolution du problème.

En effet, pour deux plans quelconques f, f' aux coordonnées (v, s), (v', s'), et en faisant

$$s' = s + \sigma,$$

où σ est la différence des colongitudes, comptée à partir de la trace c de f et positive dans le même sens rotatif que les s mêmes, on a, d'après la formule fondamentale (13. I) page 34,

---

* (15), page 35 de ce cahier même des *Communicações*. La présente notice n'étant à vrai dire qu'un complément du susdit mémoire, on y fera souvent allusion en ajoutant *I* aux numéros des formules.

Ce n'est que lorsque l'impression du mémoire cité, terminé du reste au mois de décembre de 1899, touchait à sa fin, que j'ai eu connaissance par un compte rendu de la *Zeitschrift für Kystallographie de P. Groth* (cahier de mai, t. XXXII, page 532), d'un travail de M. A. A. Ferro de Gênes, sur le même sujet. J'ignore si la présente extension de la formule et sa critique ont déjà été faites.

$$(1) \ldots 2\cos v \sin 2s - \operatorname{tg} 2\varepsilon (1+\cos^2 v)\cos 2s = \operatorname{tg} 2\varepsilon \sin^2 v \cos 2a$$

$$(1') \ldots\ldots 2\cos v' \sin 2(s+\sigma) - \operatorname{tg} 2\varepsilon' (1+\cos^2 v')\cos 2(s+\sigma) = \\ = \operatorname{tg} 2\varepsilon' \sin^2 v' \cos 2a$$

ou bien, au lieu de cette dernière équation,

$$(1'') \ldots\ldots [2\cos v' \cos 2\sigma + \operatorname{tg} 2\varepsilon' (1+\cos^2 v') \sin 2\sigma] \sin 2s + \\ + [2\cos v' \sin 2\sigma - \operatorname{tg} 2\varepsilon'(1+\cos^2 v')\cos 2\sigma] \cos 2s = \operatorname{tg} 2\varepsilon' \sin^2 v' \cos 2a.$$

La résolution du système [(1), (1'')] fournit

$$(2) \ldots \sin 2s = \frac{\begin{vmatrix} \operatorname{tg} 2\varepsilon \sin^2 v & \operatorname{tg} 2\varepsilon (1+\cos^2 v) \\ \operatorname{tg} 2\varepsilon' \sin^2 v' & \begin{matrix} 2\cos v' \sin 2\sigma - \\ - \operatorname{tg} 2\varepsilon' (1+\cos^2 v') \cos 2\sigma \end{matrix} \end{vmatrix} \cos 2a}{\begin{vmatrix} 2\cos v & -\operatorname{tg} 2\varepsilon (1+\cos^2 v) \\ \begin{matrix} 2\cos v' \cos 2\sigma + \\ + \operatorname{tg} 2\varepsilon' (1+\cos^2 v') \sin 2\sigma \end{matrix} & \begin{matrix} 2\cos v' \sin 2\sigma - \\ - \operatorname{tg} 2\varepsilon' (1+\cos^2 v') \cos 2\sigma \end{matrix} \end{vmatrix}}$$

$$(2') \ldots \cos 2s = \frac{\begin{vmatrix} 2\cos v & \operatorname{tg} 2\varepsilon \sin^2 v \\ \begin{matrix} 2\cos v' \cos 2\sigma + \\ + \operatorname{tg} 2\varepsilon' (1+\cos^2 v') \sin 2\sigma \end{matrix} & \operatorname{tg} 2\varepsilon' \sin^2 v' \end{vmatrix} \cos 2a}{\begin{vmatrix} 2\cos v & -\operatorname{tg} 2\varepsilon (1+\cos^2 v) \\ \begin{matrix} 2\cos v' \cos 2\sigma + \\ + \operatorname{tg} 2\varepsilon' (1+\cos^2 v') \sin 2\sigma \end{matrix} & \begin{matrix} 2\cos v' \sin 2\sigma - \\ - \operatorname{tg} 2\varepsilon' (1+\cos^2 v') \cos 2\sigma \end{matrix} \end{vmatrix}}.$$

Divisant (2) par (2') on obtient enfin

$$(3)\ \operatorname{tg} 2s = \operatorname{tg} 2\varepsilon \frac{(1+\cos^2 v)\sin^2 v' \operatorname{tg} 2\varepsilon' + 2\cos v' \sin^2 r \sin 2\sigma - (1+\cos^2 v')\sin^2 v \operatorname{tg} 2\varepsilon' \cos 2\sigma}{2\cos v \sin^2 v' \operatorname{tg} 2\varepsilon' - 2\cos v' \sin^2 v \operatorname{tg} 2\varepsilon \cos 2\sigma - (1+\cos^2 v')\sin^2 v \operatorname{tg} 2\varepsilon' \operatorname{tg} 2\varepsilon \sin 2\sigma}$$

ou

$$(3') \ldots \operatorname{tg} 2s = \frac{(1+\cos^2 v)\sin^2 v' \operatorname{tg} 2\varepsilon' + 2\cos v' \sin^2 v \sin 2\sigma - (1+\cos^2 v')\sin^2 v \operatorname{tg} 2\varepsilon' \cos 2\sigma}{2\cos v \sin^2 v' \operatorname{tg} 2\varepsilon' \operatorname{cotg} 2\varepsilon - 2\cos v' \sin^2 v \cos 2\sigma - (1+\cos^2 v')\sin^2 v \operatorname{tg} 2\varepsilon' \sin 2\sigma},$$

où le demi-angle a des axes optiques se trouve de lui-même éliminé.

Il y a naturellement des formules tout analogues pour s', où ε' occupe la place de ε et réciproquement. On n'a, pour les obtenir, qu'à

échanger dans les précédentes v, ε respectivement contre v', ε' et réciproquement, et à remplacer σ par $\sigma' = -\sigma$, puisque

$$s = s' + \sigma' = s' - \sigma.$$

La formule (3′) a sur (3) l'avantage de ce que 2ε n'y entre que dans un terme (du dénominateur), qui passe au numérateur pour cotg $2s$.

Enfin on peut encore lui donner la forme

$$(3'') \quad \operatorname{tg} 2s = \frac{(1+\cos^2 v)\sin^2 v' + 2\cos v' \sin^2 v \operatorname{cotg} 2\varepsilon' \sin 2\sigma - (1+\cos^2 v')\sin^2 v \cos 2\sigma}{2\cos v \sin^2 v' \operatorname{cotg} 2\varepsilon - 2\cos v' \sin^2 v \operatorname{cotg} 2\varepsilon' \cos 2\sigma - (1+\cos^2 v')\sin^2 v \sin 2\sigma}.$$

Comme on devait s'y attendre, cette formule devient, pour $\sigma = 0$, c'est-à-dire pour deux faces f, f' en zone avec le plan des bissectrices, identique à la formule (15. I) de mon mémoire précédent.

Dans les formules (3), (3′), (3″) les v représentent toujours les angles des plans f avec le plan des bissectrices, les ε les angles d'extinction contre la trace de ce plan, tandis que σ est l'angle des traces de f et f' sur le plan m des bissectrices. Il nous faut donc, pour résoudre ce problème, connaître la position réciproque des trois plans f, f', m, ou, si nous désignons en même temps par ces caractères les pôles des plans respectifs dans une projection stéréographique, le triangle sphérique (fmf'), qui se trouve déterminé sans ambiguïté par $v = (mf)$, $v' = (mf')$, $\sigma = (f\hat{m}f')$.

Les formules (3) à (3″) nous fournissent alors, par la valeur de s, l'obliquité de la trace de f sur le plan des axes optiques, rapportée à la direction de la bissectrice de même signe optique que la vibration à laquelle se rapporte ε. Il ne faut pas oublier que s a le même signe algébrique que ε, de façon que si, ε étant positif, il résultait de (3) une valeur négative pour tg $2s$, nous aurions à prendre pour $2s$ l'angle positif et $> 90°$ à tangente égale à la susdite valeur négative.

D'un autre côté les équations (2) et (2′) élevées au carré et additionnées conduisent à une valeur de $\cos 2a$ dépendant directement des extinctions ε et ε', tandis que dans (14. I) $\cos 2a$ ne dépend directement que de ε, et que s, calculé au moyen de ε et ε', tient lieu de cette dernière grandeur.

La formule qu'on obtient ainsi pour $\cos 2a$ est très compliquée. Si l'on pose, pour abréger,

$$2\cos v \sin^2 v \operatorname{tg} 2\varepsilon = \alpha, \qquad (1+\cos^2 v')\operatorname{tg} 2\varepsilon' \sin^2 v \operatorname{tg} 2\varepsilon = \beta$$
$$2\cos v \sin^2 v' \operatorname{tg} 2\varepsilon' = \alpha', \qquad (1+\cos^2 v)\operatorname{tg} 2\varepsilon \sin^2 v' \operatorname{tg} 2\varepsilon' = \beta'$$

on peut écrire la formule en question

$$(3^{\text{IV}})\ \cos 2a \frac{(\alpha\alpha'+\beta\beta')\sin 2\sigma + (\alpha\beta'-\alpha'\beta)\cos 2\sigma}{\sin v \sin v' \operatorname{tg} 2\varepsilon \operatorname{tg} 2\varepsilon' \sqrt{\alpha^2+\alpha'^2+\beta^2+\beta'^2+2(\alpha\beta'-\alpha'\beta)\sin 2\sigma - 2(\alpha\alpha'+\beta\beta')\cos 2\sigma}}.$$

Pour le cas de deux faces en zone avec le plan des bissectrices, c'est-à-dire pour $\sigma = 0$, cette expression de $\cos 2a$ devient

$$\cos 2a = \frac{\alpha\beta' - \alpha'\beta}{\sin v \sin v' \operatorname{tg} 2\varepsilon \operatorname{tg} 2\varepsilon' \sqrt{(\alpha'-\alpha)^2 + (\beta'-\beta)^2}}$$

qui, après substitution des α et β par leurs valeurs, et quelques petites transformations, prend la forme

$$(3^{\text{V}})\ \ldots \cos 2a = \frac{(1+\cos^2 v)\cos v' \operatorname{cotg} 2\varepsilon' - (1+\cos^2 v')\cos v \operatorname{cotg} 2\varepsilon}{\sqrt{(\operatorname{cotg} 2\varepsilon \cos v \sin^2 v' - \operatorname{cotg} 2\varepsilon' \cos v' \sin^2 v)^2 + \sin^2(v'+v)\sin^2(v'-v)}},$$

une expression qu'on aurait pu obtenir directement, aussi bien que (15. I), en résolvant le système [(1), (1')] après avoir fait $\sigma = 0$ dans (1').

Cette formule constitue le complément de (15. I) pour la résolution directe de notre problème au moyen des extinctions observées sur deux faces en zone avec le plan des bissectrices, tandis que (3^{IV}) est le complément de (3) pour la résolution au moyen de deux faces quelconques. Formule (14. I) est commune à tous les cas, et permet de calculer l'angle a après qu'on a calculé ou mesuré l'obliquité s.

L'équation (3'), résolue par rapport à $\operatorname{cotg} 2\varepsilon$, fournit, en y faisant de nouveau $s + \sigma = s'$,

$$(4)\ \ldots \operatorname{cotg} 2\varepsilon \frac{(1+\cos^2 v)\sin^2 v' \cos 2s - (1+\cos^2 v')\sin^2 v \cos 2s' + 2\cos v' \sin^2 v \sin 2s' \operatorname{cotg} 2\varepsilon'}{2\cos v \sin^2 v' \sin 2s}$$

qu'on peut écrire aussi

$$2\cos v \sin^2 v' \sin 2s \operatorname{cotg} 2\varepsilon + (1+\cos^2 v')\sin^2 v \cos 2s' =$$
$$= 2\cos v' \sin^2 v \sin 2s' \operatorname{cotg} 2\varepsilon' + (1+\cos^2 v)\sin^2 v' \cos 2s,$$

et montre, sous cette forme, une symétrie parfaite à l'égard de ε et ε'.

C'est du reste l'expression qu'on obtiendrait par la simple élimination de $\cos 2a$ au moyen de deux formules fondamentales (13. I), l'une pour $f(v, s)$, l'autre pour $f'(v', s')$.

Cette formule permet de calculer l'angle d'extinction ε sur un plan f, par rapport à la trace du plan des axes optiques et à la direction de vibration de même signe optique que la bissectrice à laquelle se rapportent s et s' (ou σ), qu'il faut connaitre aussi bien que v et v'. Elle a donc le même but que la formule fondamentale (13. I), mais elle utilise l'angle d'extinction ε' sur une face quelconque, au lieu de l'angle des axes optiques. Pour $s=s'$ ($\sigma=0$) l'expression de $\operatorname{cotg} 2\varepsilon$ résulterait immédiatement de (15. I).

Les trois grandeurs s, a, ε sont liées par la formule fondamentale (13. I), qui donne directement ε. La formule (14. I) donne à son tour a. A titre de complément déduisons la formule pour s.

On peut écrire (14. I)

$$\cos 2a = 2x \sin s \cos s - 2y \cos^2 s + y$$

avec

$$x = \frac{2 \cos v \operatorname{cotg} 2\varepsilon}{\sin^2 v}, \qquad y = \frac{1 + \cos^2 v}{\sin^2 v},$$

ou bien

$$\cos 2a - y = 2x \frac{\operatorname{tg} s}{1 + \operatorname{tg}^2 s} - 2y \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 s},$$

d'où

$$\operatorname{tg}^2 s (\cos 2a - y) - 2x \operatorname{tg} s + \cos 2a + y = 0.$$

Résolvant cette équation et remplaçant x et y par leurs valeurs, on obtient enfin

$$(5) \ldots\ldots\ldots \operatorname{tg} s = \frac{2 \cos v \cos 2\varepsilon - \sqrt{4 \cos^2 v + \sin^4 v \sin^2 2a \sin^2 2\varepsilon}}{2 \sin 2\varepsilon (\cos^2 a \sin^2 v - 1)}.$$

Le signe positif du radical a été écarté par la considération de ce que à $v=0$, il doit correspondre $s=\varepsilon$.

*

* *

Les formules (3) à (3″) quoique mathématiquement justes ne sont cependant pas applicables dans tous les cas. On risquerait, en employant ces formules sans critique, de commettre des erreurs telles que les résultats seraient tout-à-fait dénués de signification.

Nous allons le démontrer tout d'abord au moyen d'un exemple bien intéressant. Il s'agit de constater l'exactitude de l'orientation optique combinée de l'albite dans le diagramme de Mr. Michel Lévy* au moyen de notre formule (3), et de déduire le défaut de concordance des diverses données de l'observation.

Les faces d'observation sont naturellement M et p. Nous allons d'abord calculer s_M et s_p, c'est-à-dire les obliquités de l'une des deux bissectrices par rapport aux traces de M et p sur le plan des axes optiques, en nous servant des angles de n_p et n_g avec M et p, que nous trouvons dans la page 24 de M.-L. Si nous désignons particulièrement par n_p, n_g, p les pôles *supérieurs* des bissectrices et de la base, et par M le pôle de droite dans le diagramme de M.-L., en réservant n'_p, n'_g, p', M' pour les pôles opposés, nous aurons pour les valeurs de ces angles le petit tableau suivant:

	M	p
n_p	89°	109°
n_g	163°,5	78°

Ces données nous permettent de calculer, en passant, l'angle (Mp). En effet on connaît dans le triangle $(p n_p M)$ les côtes $(p n_p)$, $(n_p M)$ et l'angle

$$(p \hat{n}_p M) = (n_g \hat{n}_p M) - (n_g \hat{n}_p p),$$

ces deux derniers étant fournis par les triangles sphériques $(n_g n_p M)$

---

* *Étude sur la détermination des feldspaths* etc., I, 1894, pl. I. Nous citerons ce travail d'une manière abrégée par M.-L.

et $(n_g n_p p)$ dans lesquels on connait les trois côtés dont un de 90°. On trouve, après calcul,

$$(n_g \hat{n}_p M) = 163°31'35''$$
$$(n_g \hat{n}_p\, p) = 77\ 17\ 50$$
$$(p\ n_p M) \quad 86\ 13\ 45$$

et, enfin,

$$(Mp) = 86°45'41'',5,$$

tandis que, d'après Hintze,* cet angle est de 86°24'. La concordance est assez bonne, mais pour ne pas introduire des contradictions nous ferons plutôt usage de la valeur qui vient d'être calculée.

Nous entrons maintenant dans la résolution de notre problème, en commençant par calculer les angles v et v' qui, pour $f \equiv M$, $f' \equiv p$, m(pôle du plan des bissectrices)$\equiv n_m$, sont dans notre cas les angles $(n_m M)$ et $(n_m p)$ respectivement.

L'angle $(n_m M)$ se calcule au moyen de la formule

$$\cos(n_m M) \sin(n_g n_p) = \sin(n_g M) \sin(n_p M) \sin(n_g \hat{M} n_p)$$

qui réunit deux expressions du sinus du trièdre dont la section sphérique est le triangle $(n_g M n_p)$.

Il est dans ce triangle, à cause de $(n_g n_p) = 90°$,

$$\cos(n_g \hat{M} n_p) = -\operatorname{cotg}(n_g M) \operatorname{cotg}(n_p M),$$

d'où

$$\sin(n_g \hat{M} n_p) = \frac{\sqrt{-\cos[(n_g M) + (n_p M)] \cos[(n_g M) - (n_p M)]}}{\sin(n_g M) \sin(n_p M)}$$

et enfin

$$\cos(n_m M) = \sqrt{-\cos[(n_g M) + (n_p M)] \cos[(n_g M) - (n_p M)]}.$$

De même

$$\cos(n_m p) = \sqrt{-\cos[(n_g p) + (n_p p)] \cos[(n_g p) - (n_p p)]}.$$

Le calcul de ces deux formules fournit

---

* Hintze, *Handbuch der Mineralogie, Silicate und Titanate*, page 1447.

$$v = (n_m M) = 73^\circ 31' 55'' \ (73^\circ 32' \cdot \ )$$
$$v' = (n_m p \ ) = 22 \ 43 \ 26 \ \ (22 \ 43 \ ,5)$$

Comme pour n_g etc., nous désignons par n_m le pôle *supérieur* du plan des bissectrices, par n'_m son pôle *inférieur*.

Il nous faut calculer encore l'angle σ des traces de M et p sur le plan des bissectrices.* C'est l'angle en n_m du triangle $(n_m Mp)$ dont nous venons justement de calculer les trois côtés: (Mp), $(n_m M)$, $(n_m p)$; nous ajoutons les deux autres angles de ce triangle, dont nous aurons besoin plus tard:

$$\sigma = (M \hat{n}_m p) = +\ 123^\circ 36' 31'' (+\ 123^\circ 36',5)$$
$$(n_m \hat{p} M) = +\ \ 53 \ \ \ 7 \ 31 \ (+\ \ 53 \ \ \ 7,5)$$
$$(p \hat{M} n_m) = +\ \ 18 \ 47 \ 53 \ (+\ \ 18 \ 48 \ \ \ )$$

Le signe algébrique de ces angles est en harmonie avec notre manière de compter les angles positifs (dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre).

Nous cherchons maintenant à calculer s_M (nous écrivons s_M au lieu de s, et s_p au lieu de s' pour mieux rappeler que le premier se rapporte à la trace de M et le second à celle de p), c'est-à-dire l'obliquité de la trace c de M sur le plan n_m par rapport à l'une des bissectrices, soit n_p, au moyen des triangles $(M n_m n_p)$ et $(M n_m c)$, sans nous servir en aucune façon des angles d'extinction. La valeur de s_p s'obtient ensuite facilement par

$$s_p = s_M + \sigma.$$

Le triangle $(M n_m n_p)$, où l'on connaît

$$(M n_p) = 89^\circ, (n_m n_p) = 90^\circ, (n_m M) = 73^\circ 32'$$

(tous des angles qui se trouvent calculés ou inscripts plus haut), fournit

$$\cos (n_p \hat{n}_m M) = \frac{\cos (M n_p)}{\sin (n_m M)},$$

d'où

$$(n_p \hat{n}_m M) = 88^\circ 57' 26'' \ (88^\circ 57',5),$$

---

* Nous désignons par les lettres M, p, n_m, etc., indifféremment les plans centraux respectifs et leurs pôles, ce dont il ne peut résulter de confusion regrettable.

et ensuite

$$s_M = (n_p \dot{n}_m c) = (n_p \dot{n}_m M) - (c \hat{n}_m M) =$$
$$= 88^\circ 57',5 - 90^\circ = -1^\circ 2' 34'' (-1^\circ 2',5).$$

Pour s_p on a

$$s_m + \sigma = +122^\circ 34',$$

d'où

$$s_p = -(180 - 122^\circ 34') = -57^\circ 26',$$

puisque on peut toujours réduire ces angles à des angles aigus, positifs ou négatifs.

Dans le diagramme de l'albite de M.-L., le pôle c se trouve à l'intersection du diamètre vertical avec le grand cercle $n_p n_g$, partant tout près de n_p, à une distance angulaire de $1^\circ 2',5$ (s_M) comptée dans le sens négatif pour le pôle supérieur n_m; c', le pôle de la trace de s_p, se trouve sur le même grand cercle, mais à une distance angulaire négative de n_p égale à $57^\circ 26'$ (s_p).

Nous sommes donc parvenus à calculer les obliquités des traces de M et p sur le plan des bissectrices, par rapport à l'une des deux bissectrices, n_p (et partant par rapport à l'autre aussi), au seul moyen du petit tableau d'angles de la page 46, complété par la connaissance des sens rotatifs des trièdres $(n_g n_p M)$, $(n_g n_p p)$, dont nous n'avons pas fait mention spéciale parce que nous avions devant nous l'épure de M.-L.; mais la donnée des sens rotatifs aurait rendu l'épure dispensable en en tenant lieu. L'angle (Mp) lui-même est tout-à-fait indépendant des mesures goniométriques habituelles, et exclusivement déduit du susdit tableau d'angles.

Nous passons maintenant au calcul de s_M par notre formule (3). Pour cela il nous faut, outre v, v', σ dont nous disposons dejà, les angles d'extinction de la vibration négative (à vitesse maximum) sur les faces M et p, rapportés aux traces du plan des axes optiques.

M.-L. nous fournit les angles d'extinction sur M et p comptés à partir de l'arête $[Mp]$ dans le sens rotatif positif. Ce sont

$+20^\circ$	et	$+5^\circ$
sur M		sur p.

Nos angles d'extinction ont le même sens positif, mais ils sont comptés de la direction d'extinction vers la trace, au contraire de ceux de M.-L.;

donc nous avons à changer les signes algébriques de ces angles. Ensuite il nous faut les rapporter aux traces du plan des axes optiques. Partant, désignant par e_p la direction de la vibration négative sur M,

$$\varepsilon = (e_p \hat{M} p) - (n_m \hat{M} p) = -20' + (p \hat{M} n_m) =$$
$$= -20 + 18° 48' = -1° 12'.$$

(L'angle $(p \hat{M} n_m)$ a été calculé en même temps que l'angle σ et l'angle $(n_m \hat{p} M)$ qui va nous servir pour le calcul de ε'; ils se trouvent à la page 48.)

Nous obtenons analoguement, appelant e'_p la direction de la vibration négative sur p,

$$\varepsilon' = (e'_p \hat{p} M) - (n_m \hat{p} M) = -5° - 53° 7',5 = -58° 7',5.$$

Introduisant les valeurs de v, v', σ, ε, ε' dont, comme on sait, v, ε se rapportent à M et v', ε' à p, dans notre formule (3), et effectuant les calculs, ou trouve facilement

$$s = -10° 40' 35'' (-10° 40',5),$$

ce qui, comparé avec la valeur exacte

$$s = s_M = -1° 2',5$$

trouvée plus haut (page 49), démontre que l'erreur commise est énorme.

On serait naturellement porté à croire que les angles d'extinction de M.-L. sur M et p sont entachés de fortes erreurs relativement à l'orientation optique proposée, ou bien (s'il fallait accorder plutôt de la confiance aux angles d'extinction, qui sont ceux de Schuster) que ce sont les angles du petit tableau de la page 46 qui sont très-inexacts. Il n'en est rien cependant comme nous allons voir, en calculant maintenant ε et ε' au moyen des valeurs exactes des s, et en les comparant avec celles de M.-L., c'est-à-dire en résolvant le problème inverse de celui que nous venons de traiter.

Pour cela nous disposons de deux formules. 1. La formule fondamentale (13. I), que nous reproduisons ici,

$$(13.\ \mathrm{I}) \ldots\ldots\ldots \operatorname{tg} 2\varepsilon = \frac{2 \cos v \sin 2s}{\cos 2s (1 + \cos^2 v) + \sin^2 v \cos 2a};$$

elle utilise l'angle $2a$ des axes optiques. 2. La formule (4) dans laquelle entre l'angle d'extinction sur une face à coordonnées (v', s') connues. Nous ne pouvons pas songer à cette dernière qui nous obligerait à attribuer une valeur déterminée a ε ou ε' pour calculer ensuite ε' ou ε respectivement. Il nous reste à faire usage de la première qui dépend de l'angle des axes optiques, en admettant pour celui-ci la valeur de M.-L. ($2a = 102°$ autour de la bissectrice négative n_p).

On trouve donc, en faisant

$$s = s_M = -1°2',5, \; v = 73°32',$$

notre angle d'extinction sur M

$$\varepsilon = -40',$$

qui, réduit au système de M.-L., fournit

$$+40' + 18°48' = +19°28'' \text{(au lieu de } +20°\text{)}.$$

Pour

$$s' = s_p = -57°26' \qquad \text{et} \qquad v' = 22°43',5$$

nous obtiendrons, au moyen de la même formule, comme valeur de *notre* angle d'extinction sur p,

$$\varepsilon' = -57°54',5,$$

et dans le système de M.-L.

$$+57°54',5 - 53°7',5 = +4°47' \text{(au lieu de } +5°\text{)}.$$

L'erreur de ε' n'atteint même pas un quart de degré; son influence doit être bien plus insignificante que celle de l'erreur de ε sur les valeurs de s_M et s_p, dont les erreurs sont toujours identiques, leur différence σ étant constante.

Il est facile, du reste, de nous convaincre de ce que l'erreur des s est due, dans sa presque totalité, à l'erreur dans ε. En effet, si l'on calcule s_M au moyen de la formule (3) en y mettant

$$\varepsilon(\text{corrigé}) = -40'$$

et

$$\varepsilon'(\text{M.-L.}) = -58°7',5,$$

on obtient

$$s_M = -48',5 \text{ (au lieu de } -1°2',5),$$

ce qui ne donne plus qu'un écart de 14′ de la vraie valeur de s_M. La correction de ε' viendrait ensuite détruire ce petit écart et ramener s_M à sa vraie valeur

$$s_M = -1°, 2',5,$$

et partant s_p à

$$s_p = s_M + \sigma = -57°26'.$$

Une erreur d'un demi-degré environ dans ε a donc produit dans s une erreur de 10° (supposant l'angle des axes optiques de M.-L. exact). Il est évident que la face *M* de l'albite est impropre au calcul des s par la formule (3), les valeurs des s étant trop sensibles aux petites variations de l'angle d'extinction sur *M*, au moins dans sa combinaison avec *p*.

Pour l'angle des axes optiques l'erreur est encore bien plus grande. C'est ce qu'on peut vérifier au moyen de la formule (14. I) que nous nous permettons de reproduire ici

$$(14.\ \text{I}) \ldots\ldots \cos 2a = \frac{2\cos v \cot 2\varepsilon \sin 2s - (1 + \cos^2 v)\cos 2s}{\sin^2 v},$$

la formule directe (3^{IV}) étant trop compliquée et les s étant calculés d'avance.

Si nous faisons dans cette expression

$$v = 73°32', \qquad \varepsilon = -1°12 \text{ (d'après M.-L.)}, \qquad s = -1°2',5$$

nous obtenons une valeur supérieure à l'unité pour $\cos 2a$, c'est-à-dire un a imaginaire.

On pourrait, enfin, se demander s'il y a un signe auquel il soit facile de reconnaître que l'angle d'extinction sur une certaine face n'est pas propre au calcul de s et a par les formules (3) et (14. I), comme il arrive pour *M* dans l'albite; et cela non seulement peut-être à cause de la face en question elle-même, mais aussi bien à cause de celle qui l'accompagne (*p* dans notre cas de l'albite), vu que dans la formule (3) les paramètres afférents à l'une et à l'autre face sont tellement

combinés qu'il est difficile ou même impossible d'étudier les effets d'une face indépendamment de l'autre.

On peut toujours résoudre cette difficulté en calculant s pour un écart de 30′ en plus ou en moins dans les valeurs observées de ε et ε', c'est-à-dire pour $\varepsilon \pm 30'$ et $\varepsilon' \pm 30'$, 30′ étant à peu près l'erreur maximum dans la mesure d'un angle d'extinction utilisable dans ces sortes de travaux. Il faut, naturellement, appliquer la variation de $\pm 30'$ aussi bien à ε qu'à ε'; par contre, il suffit de calculer l'un des s, leur différence σ étant constante et indépendante des ε. La peine que donnent ces calculs auxiliaires n'est pas aussi grande qu'on serait porté à le croire au premier abord, puisqu'il n'y a qu'à corriger un ou deux monomes de la fraction de (3″), les autres termes, indepen-dants de ε ou ε', restant les mêmes que dans le calcul primitif de s.

Quelquefois cependant on peut employer un procédé plus direct. En effet, si nous appelons s_1 la valeur que prend s lorsque ε devient $\varepsilon + \Delta\varepsilon$, on peut poser, d'après la serie de Taylor,

$$\cot g\, 2s_1 = \cot g\, 2s + \Delta \cot g\, 2s = \cot g\, 2s + \frac{d \cot g\, 2s}{d\varepsilon}\Delta\varepsilon + \frac{1}{2}\frac{d^2 \cot g\, 2s}{d\varepsilon^2}\Delta\varepsilon^2 + R.$$

Dans les cas où, pour une valeur de $\Delta\varepsilon$ correspondante à environ 30′, cette série est rapidement convergente, de façon que son 3$^{\text{ème}}$, ou au moins son 4$^{\text{ème}}$ terme, n'ai plus d'autre effet que de faire varier s de quelques minutes d'arc, elle nous permettra d'évaluer avec une approximation suffisante la variation de s correspondante à une variation de 30′ dans ε.

Notre formule (3″) fournit, appelant N son numérateur,

$$\frac{d \cot g\, 2s}{d\varepsilon} = -\frac{4 \cos v \sin^2 v'}{N \sin^2 2\varepsilon}$$

$$\frac{d^2 \cot g\, 2s}{d\varepsilon^2} = \frac{4 \cos v \sin^2 v'}{N \sin^2 2\varepsilon} \cdot 4 \cot g\, 2\varepsilon = -\frac{d \cot g\, 2s}{d\varepsilon} \cdot 4 \cot g\, 2\varepsilon$$

. . . .

N étant connu d'avance, il s'agit du calcul de simples monomes.

Appliquons ce procédé à notre cas de l'albite. Nous sommes censés avoir obtenu pour $2s$ ($2s_M$) la valeur (page 50)

$$2s = -21^\circ 21' 10'',$$

calculée au moyen de (3) avec les données

$$v = 73°32', \qquad v' = 22°43',5, \qquad \sigma = -56°23',5,$$

et les angles d'extinction, d'après ceux de M.-L. (inexacts),

$$\varepsilon = -1°12', \qquad \varepsilon' = -58°7',5.$$

Nous désirons savoir si, attribuant à ε une erreur possible de 32', l'erreur de s est si grande qu'on soit obligé de renoncer au calcul au moyen des faces M et p combinées. Nous choisissons 32' au lieu de 30' pour constater que ce procédé conduit effectivement à une valeur de s très-voisine de la vraie valeur $-1°2',5$, qui correspond à $\varepsilon = -1°12' + 32' = -40'$ (page 51); et nous limitons le calcul, pour abréger, à un $\Delta\varepsilon$ positif (+32').

La variation de ε devant être ramenée au rayon comme unité, il faudra poser

$$\Delta\varepsilon = +32 \cdot \sin 1'.$$

Le calcul des termes de la série de Taylor fournit, en commençant par la valeur même de cotg $2s$:

$$\cot 21°21'10'' = \operatorname{cotg} 2s = -\ \ 2,5579$$

$$\Delta\varepsilon \frac{d \operatorname{cotg} 2s}{d\varepsilon} = -18,3345$$

$$\frac{\Delta\varepsilon^2}{2} \frac{d^2 \operatorname{cotg} 2s}{d\varepsilon^2} = -\ \ 8,1439.$$

N'utilisant d'abord que le terme à la 1ère dérivée, on a

$$\operatorname{cotg} 2s_1 = -20,8924$$

et

$$2s_1 = -2°44',5, \qquad s_1 = -1°22'^1/_4.$$

Englobant aussi le 3ème terme, il résulte

$$\operatorname{cotg} 2s_1 = -29,0363$$

et

$$2s_1 = -1°58'20'', \qquad s_1 = -59'10'',$$

qui diffère à peine de la valeur $-48'20''$ (page 52) qu'on obtient au moyen de (3), avec la valeur exacte $-40'$ de ε et la valeur erronnée $-58°7',5$ de ε', adoptées dans le calcul de $\operatorname{cotg} 2s$ et de ses dérivées.

Il aurait suffit du terme à la première dérivée pour reconnaître que la variation de s avec ε est telle qu'une détermination de quelque exactitude ne peut être réalisée. Le terme à la seconde dérivée n'apporte plus dans s qu'un changement de peu d'importance; la série est rapidement convergente.

Mais elle pouvait ne pas l'être. Il est facile de voir que les dérivées successives de $\operatorname{cotg} 2s$ par rapport à ε sont le produit de la première dérivée

$$\frac{4 \cos v \sin^2 v'}{N \sin^2 2\varepsilon}$$

par une fonction de $\operatorname{cotg} 2\varepsilon$ dont le degré est inférieur d'une unité à l'ordre de la dérivée respective. On comprend alors facilement que, si ε est très-petit, $\operatorname{cotg} 2\varepsilon$ peut devenir si grand que, malgré la valeur de $(\pm \Delta\varepsilon)^n$ fortement décroissante pour n croissant, le terme général de la série de Taylor

$$\frac{1}{n!} \frac{d^n \operatorname{cotg} 2s}{d\varepsilon^n} (\pm \Delta\varepsilon)^n$$

ne décroisse pas assez rapidement, et la série elle-même ne soit pas rapidement convergente. Alors ce procédé de reconnaître si l'angle d'extinction sur une certaine face est propre au calcul de s par (3) perd son applicabilité, et il faut avoir recours au calcul de la formule (3) elle-même pour des écarts de environ $30'$ dans l'angle d'extinction, comme il a été dit plus haut.

C'est ce qui aurait lieu, par exemple, si, partant de l'angle vrai ε et de l'angle inexact ε',

$$\varepsilon = -40', \qquad \varepsilon' = -58°7',5$$

qui, mis dans (3), donnent comme résultat

$$2s = -1°36'40'',$$

on voulait, faisant varier ε de $-32'$ (pour revenir aux données inexactes

$$\varepsilon = -40' - 32' = -1°12', \qquad \varepsilon' = -58°7',5$$

complètes, d'après M.-L.), employer le procédé du calcul de l'erreur au moyen de la série de Taylor. On obtiendrait successivement

$$\text{cotg}\, 2s = -35{,}55$$

$$\frac{d\,\text{cotg}\, 2\varepsilon}{d\varepsilon}\Delta\varepsilon = +59{,}38$$

$$\frac{1}{2}\,\frac{d^2\,\text{cotg}\, 2\varepsilon}{d\varepsilon^2}\Delta\varepsilon^2 = -47{,}49$$

$$\frac{1}{2\cdot 3}\,\frac{d^3\,\text{cotg}\, 2\varepsilon}{d\varepsilon^3}\Delta\varepsilon^3 = +38{,}00$$

$$\frac{1}{2\cdot 3\cdot 4}\,\frac{d^4\,\text{cotg}\, 2\varepsilon}{d\varepsilon^4}\Delta\varepsilon^4 = -30{,}40, \text{ etc.},$$

et il aurait suffit des deux termes aux deux premières dérivées pour reconnaitre la faible convergibilité et pour écarter le procédé. Il aurait fallu un très-grand nombre de termes pour arriver à une valeur de $2s$ approchée de $-21°21'10''$, et telle que les termes suivants n'y changeraient plus grand chose; car, comme on sait, c'est cette valeur que fournissent les angles d'extinction, inexacts, d'après M.-L.

Lisbonne, novembre 1900.

IV

SUR L'ORIENTATION CRISTALLOGRAPHIQUE DES SECTIONS DES MINÉRAUX DES ROCHES EN PLAQUES MINCES.

PAR

VICENTE DE SOUSA-BRANDÃO.

Le problème que je cherche à résoudre est celui de la détermination cristallographique, c'est-à-dire par rapport aux éléments morphologiques, de la position du plan suivant lequel un minéral est coupé par la préparation ou plaque mince. Les éléments de détermination sont les traces d'un certain nombre de faces ou plans de position cristallographique connue, dont les angles mesurés sous le microscope avec toute l'exactitude possible, fournissent les données du problème. Il faut connaître, cela va sans dire, les constantes morphologiques des cristaux du minéral en question.

Par trace on doit entendre une direction quelconque de la section, dont on puisse mesurer l'angle avec une autre trace, et que l'on puisse regarder comme l'intersection d'un plan de position cristallographique connue avec le plan de la section; ce sont: les contours droits (lorsqu'ils résultent de faces rationnelles), les traits de clivage, la trace du plan des axes optiques, si elle est observable et ce plan cristallographiquement connu, les limites des couches de croissance dans les grains zonés, et peut-être d'autres encore. Nous disons en général qu'une trace est produite par une *face* sans nous préoccuper autrement de sa rationalité cristallographique, pourvu qu'il s'agisse d'un plan de position connue par rapport aux axes cristallographiques; en général il s'agira des vraies faces ou plans rationnels, mais les considérations qui suivent n'en dépendent nullement.

Il est de la plus grand utilité, ou à peu près indispensable, de se servir d'une projection stéréographique où soient représentés les pô-

les des faces déterminatives, et où, plus tard, on portera les pôles des solutions trouvées par le calcul. Cela facilitera d'abord la mise du problème en équations, et aidera ensuite à distinguer, s'il est possible, la vraie solution d'autres qui l'accompagnent souvent. Les canevas stéréographiques imprimés d'après Mr. E. de Fedorow sont très utiles pour ce genre de travaux.

Nous commencerons par établir notre système de coordonnées. En harmonie avec celui qui a été adopté dans mon mémoire précédent (page 20 de ce cahier même des *Communicações*) j'appellerai colatitude d'un pôle f l'arc de grand cercle (méridien) compris entre ce pôle et le pôle origine, et colongitude le complément de l'angle que le méridien de f fait avec le méridien origine, ou, ce qui est la même chose, l'angle que le méridien normal à celui de f fait avec le méridien origine. La colongitude se mesure naturellement par un arc du cercle équatorial dont le pôle est le pôle origine des colatitudes, et à partir de l'intersection du méridien origine.

On orientera le canevas de façon à ce que, le diamètre 90° — 90° se trouvant dans le plan de symétrie du lecteur, le pôle 0° reste à droite et le pôle 180° à gauche. Nous nommerons couramment le diamètre 90° — 90° diamètre vertical, et le diamètre 0° — 180° diamètre horizontal. Le pôle 0°, à droite du lecteur, sera le pôle origine, le grand cercle projeté suivant le diamètre vertical l'équateur. Le grand cercle méridien projeté suivant le diamètre horizontal sera le méridien origine des colongitudes, et, par conséquent, le pôle supérieur du cercle basal le pôle à partir duquel seront comptés, sur le cercle équatorial (diamètre vertical) les arcs de colongitude.

Quant aux signes des coordonnées, nous établirons les règles suivantes. Les arcs de colongitude s seront comptés positifs à partir de leur origine (pôle supérieur du cercle basal, son centre en projection) dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre pour un observateur placé sur le pôle 0°, origine des colatitudes; comme celui-ci se trouve à droite, les colongitudes seront positives de ω vers — 90° du cercle basal en arrière du diamètre horizontal, négatives en avant.

Comme le méridien 0° — f d'un pôle f a deux pôles opposés, il faut convenir de celui que l'on adoptera comme extrémité de l'arc de colongitude mesuré à partir de ω (Fig. 1, page 43); ce sera le pôle supérieur, qui se projette à l'intérieur du cercle basal, et il suffira de compter les colongitudes de 0° à + 90° et de 0° à — 90° dans les sens rotatifs indiqués. Ainsi la colongitude de f sera positive et $< 90°$, celle de f' négative et également inférieure à 90° en valeur absolue.

La colatitude v d'un pôle f est dite positive lorsque, pour un observateur placé sur le pôle (supérieur) de son méridien, l'arc $0^{\circ} - f < 180^{\circ}$ a le sens rotatif du mouvement des aiguilles d'une montre; dans le cas contraire la colatitude est dite négative. Celle de f est positive, celle de f' est négative.

Les colatitudes sont donc comptées de 0° jusqu'à $\pm 180^{\circ}$.

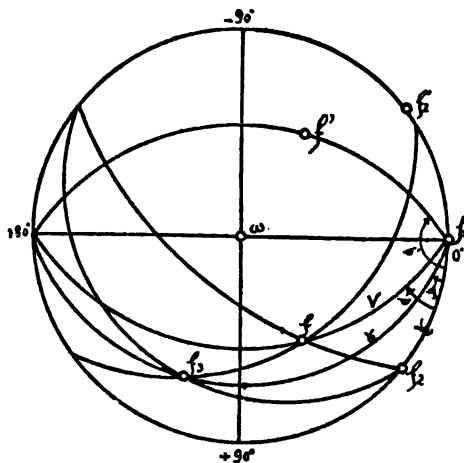



Fig. 1

D'après ces conventions on peut définir, par les signes des coordonnées des pôles placés à leur intérieur, les quatre fuseaux déterminés par le cercle basal et le cercle projeté suivant le diamètre horizontal, comme suit:

	$s \lesseqgtr \pm 90^{\circ}$	$v \lesseqgtr \pm 180^{\circ}$
Fuseau *supérieur* antérieur.....	+	+
» » postérieur ...	—	—
» *inférieur* » ...	+	—
» » antérieur	—	+.

S'il venait à se présenter, parmi les coordonnées d'un pôle, une colongitude supérieure à $\pm 90^{\circ}$, nous n'aurions qu'à prendre à sa place son supplément avec changement de signe pour avoir la colongitude rapportée au pôle supérieur du méridien du pôle en question; mais il nous faudra en même temps changer le signe de la colatitude v, puisque les sens rotatifs du méridien, pour ses deux pôles opposés,

sont contraires. Ainsi le pôle (v, $s > 90°$) est identique avec le pôle ($-v$, $-(180-s)$).

La règle des signes pour les angles plans des traces sur la section est facile à établir. Soient φ_1 et φ_2 les traces de deux faces f_1 et f_2. Si nous désignons par $(\varphi_1 \varphi_2)$ l'un des deux angles inférieurs à $180°$ qu'il faut faire décrire à la trace φ_1 pour qu'elle vienne se placer parallèlement à φ_2, il suffira de distinguer les deux sens rotatifs du plan par les deux signes algébriques pour être en état de distinguer les deux angles $(\varphi_1 \varphi_2) < 180°$ possibles. Nous établissons donc que les angles $(\varphi_1 \varphi_2)$ que la trace φ_1 décrit dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre (pour l'observateur qui étudie la section sous le microscope) jusqu'à devenir parallèle à φ_2 sont positifs, et que ceux de sens rotatif opposé sont négatifs. Si nous désignons la valeur absolue d'un angle $(\varphi_1 \varphi_2)$ par (θ), nous aurons pour un angle de sens rotatif positif $+(\theta)$ et pour son supplément $-(180-(\theta))$.

L'angle des normales aux traces φ_1, φ_2 par un point quelconque de la section, décrit dans le même sens rotatif que l'angle $(\varphi_1 \varphi_2)$, a la même grandeur que celui-ci; et la même identité a lieu pour l'angle des plans normaux à la section, passant par les susdites normales aux traces φ_1 et φ_2, et enfin pour l'angle sphérique des grands cercles suivant lesquels ces deux plans coupent la sphère, en se croisant sur le pôle de la section. Il est connu que ces grands cercles passent par les pôles des faces f_1, f_2, productrices des traces φ_1, φ_2.

Ces deux faces f_1, f_2 forment aussi deux angles $(f_1 f_2)$ suppléments l'un de l'autre, qui, pour le pôle de l'axe de zone $[f_1 f_2]$ qui demeure du même côté de son plan de zone que le pôle de notre section, ont les mêmes sens rotatifs que les angles correspondants $(\varphi_1 \varphi_2)$ de leurs traces, tandis que, pour le pôle opposé de l'axe de zone, ils ont des sens rotatifs opposés (nous entendons par angles $(f_1 f_2)$ correspondants aux angles $(\varphi_1 \varphi_2)$ ceux qui sont décrits par la face f_1, en même temps que sa trace φ_1 décrit les angles $(\varphi_1 \varphi_2)$). Si donc en portant sur notre diagramme l'angle $(f_1 f_2)$ *correspondant* à l'un des angles des traces $(\varphi_1 \varphi_2)$ mesuré, nous plaçons les pôles f_1 et f_2 sur le cercle basal, en donnant à l'arc $f_1 f_2$ (par rapport au pôle supérieur du cercle basal) le sens rotatif de l'angle $(\varphi_1 \varphi_2)$ considéré, nous pouvons être sûrs que le pôle de notre section se trouvera être un pôle supérieur de la sphère, et viendra se placer, en projection, à l'intérieur du cercle basal. Du contraire il se trouvera sur la demi-sphère inférieure. Il est aussi évident que, à l'angle $(f_1 f'_2) = -\{180° - (f_1 f_2)\}$ de f_1 avec f'_2 pôle de la face opposée à f_2, correspondra l'angle

— | 180 — $(\varphi_1 \varphi_2)$ | des traces, supplément négatif de l'angle $(\varphi_1 \varphi_2)$, et qu'il doit être indifférent, pour la détermination cristallographique de notre section, lequel de ces angles vient à être introduit dans le calcul.

Nous préparerons notre diagramme pour ce calcul en faisant coïncider l'une des faces déterminatives avec le plan équatorial (projeté suivant le diamètre vertical), tout en plaçant son pôle (extérieur) f_1 sur le pôle origine 0°. Ensuite nous porterons le pôle f_2 d'une autre face sur le cercle basal à une distance angulaire de f_1 égale à l'angle $(f_1 f_2)$ des deux faces, en tenant compte du sens rotatif en harmonie avec ce que nous avons dit plus haut sur la correspondance des angles $(f_1 f_2)$ et $(\varphi_1 \varphi_2)$, si nous voulons que le pôle de la section vienne se placer sur la demi-sphère supérieure.

Pour une troisième face f_3 il nous faudra connaître le sens rotatif, dans l'espace, du trièdre $(f_1 f_2 f_3)$, et porter f_3 à des distances angulaires de f_1, f_2 respectivement égales aux angles $(f_1 f_3)$, $(f_2 f_3)$ des faces, mais de façon que le sens rotatif du triangle sphérique soit identique à celui du trièdre dans le faisceau du cristal. De même pour toute autre face f_4.

Comme chaque direction de faces est représentée par deux pôles opposés il est toujours possible d'utiliser celui des deux pôles qui se trouve être supérieur, c'est-à-dire intérieur au cercle basal en projection. Il faut alors prendre garde à ce que les angles de la trace de cette face avec d'autres traces, introduits dans le calcul, se rapportent véritablement à ce pôle supérieur et non pas à son opposé inférieur.

Le choix de la face f_1 que l'on fera coïncider avec le plan équatorial dépendra chaque fois de l'importance relative sous le point de vue cristallographique ou optique des faces utilisées et, peut-être, de circonstances spéciales au cas étudié. Souvent ce choix sera tout-à-fait indifférent, et en théorie il l'est toujours.

D'après ce que nous venons de dire les coordonnées du pôle (ou face) f_1 seront $v = 0°$, $s = {}^0/_0$, celles du pôle $f_2 : v_2 = (f_1 f_2)$, $s_2 = 0°$, celles de $f_3 : v_3 = (f_1 f_3)$, s_3, etc., où s_n peut être calculé au moyen de la formule

$$\cos s_n = \frac{\cos (f_2 f_n) - \cos v_2 \cos v_n}{\sin v_2 \sin v_n},$$

dans laquelle on aura à introduire v_2 et v_n avec leurs signes respectifs, tandis que $(f_2 f_n)$ est une grandeur absolue. L'angle s_n n'est autre chose que l'angle des traces de f_2 et f_n sur la face f_1, inférieur à

90°. Les signes de v_n et s_n découlent immédiatement du petit tableau de la page 43.

. Supposons notre section connue et portons aussi son pôle f sur le diagramme. La formule fondamentale de toute cette déduction est celle qui permet de calculer un angle d'un triangle sphérique en fonction de deux côtés et de l'angle compris; appliquée à notre cas, elle fournit, dans le triangle $(f_1 f f_2)$ (figure 1, page 43)

$$\text{cotg}(f_1 f f_2) = \frac{\sin(f_1 f)\,\text{cotg}(f_1 f_2) - \cos(f_1 f)\cos(f_2 f_1 f)}{\sin(f_2 f_1 f)},$$

où les angles ont les sens rotatifs déterminés par la manière dont leurs symboles se trouvent écrits.

L'angle $(f_1 f f_2)$ est celui des traces de f_1 et f_2 sur notre section f, que nous appellerons θ''; $(f_2 f_1 f)$ est, pour la disposition de notre figure, la colongitude s de f, et $(f_1 f)$, $(f_1 f_2)$ sont respectivement les colatitudes v et v_2 de f et f_2. Nous pouvons donc écrire

$$(1) \;\ldots\ldots\ldots\; \sin s\,\text{cotg}\,\theta'' = \sin v\,\text{cotg}\,v_2 - \cos v \cos s$$

Il est facile de voir que cette formule est exacte quelle que soit la position de f_2 sur le cercle basal et f à l'intérieur du même. En effet, si $(f_1 f_2)$ devient $-v_2$ pour un pôle f'_2 situé sur le demi-cercle postérieur (v. la figure), l'angle $(f f_1 f_2)$ devient $(f f_1 f'_2) = 180 - s$ et le côté droit de (1) aura changé de signe. Mais comme θ'' devient négatif en même temps que v_2, le côté gauche change aussi de signe et l'égalité se trouve rétablie. Si f vient se placer en f' symétriquement à sa première position par rapport au diamètre horizontal, $(f_2 f_1 f)$ devient $(f_2 f_1 f') = 180 + s$ en même temps que v devient négatif et égal à $-v$; le changement de signe a lieu pour les deux côtés de (1) également. Et ainsi de suite.

Dans le triangle sphérique $(f_1 f f_3)$ on a par la même formule

$$\text{cotg}(f_1 f f_3) = \frac{\sin(f_1 f)\,\text{cotg}(f_1 f_3) - \cos(f_1 f)\cos(f_3 f_1 f)}{\sin(f_3 f_1 f)}.$$

Nommons θ''' l'angle $(f_1 f f_3)$ des traces de f_1 et f_3 sur notre section, positif si la rotation de $\widehat{f f_1}$ vers $\widehat{f f_3}$ est positive d'après la définition donnée plus haut. Pour le cas de notre figure nous aurons immédiatement, en tenant compte de la notation adoptée,

$$(2) \;\ldots\ldots\; \sin(s - s_3)\,\text{cotg}\,\theta''' = \sin v\,\text{cotg}\,v_3 - \cos v \cos(s - s_3).$$

Il est facile de voir, en donnant aux méridiens de f_3 et de f toutes les positions possibles par rapport au méridien projeté suivant le diamètre horizontal, que cette formule subsiste dans tous les cas. Et, aussi bien que la formule (1), elle subsiste encore pour les pôles des sections f qui se trouvent sur la demi-sphère inférieure et ont leurs projections à l'extérieur du cercle basal.*

Ce sont les deux formules (1) et (2) que nous écrirons de nouveau ici:

(1) .... $\sin s \operatorname{cotg} \theta'' = \sin v \operatorname{cotg} v_2 - \cos v \cos s$

(2) ..... $\sin (s - s_3) \operatorname{cotg} \theta''' = \sin v \operatorname{cotg} v_3 - \cos v \cos (s - s_3)$,

qui servent à résoudre notre problème, si l'on parvient à éliminer v ou s de telle façon que l'équation résultante ne renferme s ou v que sous une fonction trigonométrique d'un argument unique.

*
* *

Avant de procéder à cette élimination nous allons discuter l'équation (1), et construire les courbes caractéristiques relatives à certains couples de valeurs v_2 et θ'', courbes qu'on peut appeler *isogones* (isogone de θ'' par rapport à v_2) car elles réunissent les pôles f des sections où les traces des faces f_1 et f_2 se croisent sous un *même angle* θ''.

D'abord l'équation (1) ne change pas lorsqu'on y remplace θ'' ou v_2, ou tous les deux, respectivement par $-(180-\theta'')$, $-(180-v_2)$. Cela signifie qu'il est indifférent d'y introduire l'un ou l'autre des deux angles formés par les deux faces déterminatives, aussi bien que l'un

---

* Il nous a semblé plus simple, pour l'exposition, de placer le pôle f_2 d'une face déterminative sur le cercle basal. Il est cependant facile de voir que ce n'est pas essentiel et que l'on n'a qu'à remplacer

$$s \quad \text{par} \quad s - s_2$$

pour avoir transporté ce pôle f_2 à un endroit défini par la colongitude s_2. Il n'y a que v_2, comme l'angle des deux faces f_1 et f_2 qu'il est, qui soit invariable.

On doit dès lors naturellement remplacer tous les s, par exemple s_3, par leurs valeurs diminuées de s_2; ainsi $s - s_3$, ou toute autre différence de deux colongitudes, restera invariable. Ce changement des s par des $s - s_2$ signifie simplement une rotation de la figure, de s_2 (son signe compris), autour du diamètre horizontal.

ou l'autre des deux angles formés par leurs traces sur la section, pourvu que l'on tienne compte de leurs signes. C'est une particularité que nous avions prévue plus haut. On voit aussi que l'angle θ'' des traces est donné sans ambiguïté par l'équation (1) en supposant connues les autres grandeurs qui la composent, ce qui est très-important pour le problème inverse de celui que nous traitons ici, et qui consiste à trouver l'angle des traces de deux faces données sur une section de position connue par rapport à ces deux faces.

D'après ce que nous venons de dire il est inutile de faire entrer dans la discussion des valeurs négatives de θ'' et v_2; on les supposera remplacées chaque fois par les suppléments de leurs valeurs absolues, par exemple:

$$\theta = -(\theta) \qquad \text{par} \qquad -(180-\theta) = 180-(\theta).$$

D'un autre côté il est aussi évident que si l'équation (1) est satisfaite par un couple de valeurs telles que (s, v), elle l'est aussi par le couple $\{-s, -(180-v)\}$, puisque la substitution du premier couple par celui-ci produit un changement de signe dans les deux côtés de l'équation. Mais, tant qu'elle garde sa forme générale, c'est-à-dire tant que θ'' ou v_2 ne prennent pas des valeurs particulières, aucun autre couple de valeurs à base s et v ne satisfera l'équation en même temps que le couple (s, v) (nous appelons couples à base (s, v) ceux qui sont formés au moyen de $\pm s < 90^\circ$ et de $\pm v$ ou $\pm(180-v)$). Les deux couples (s, v) et $\{-s, -(180-v)\}$ qui résolvent en même temps l'équation (1) définissent deux pôles symétriques l'un de l'autre par rapport au pôle du cercle basal (centre du diagramme); les isogones sont, par conséquent, des courbes symétriques relativement à ce pôle, et il suffit d'en étudier la moitié pour laquelle v ne dépasse pas $\pm 90^\circ$. Une rotation de 180° autour de l'axe géométrique du cercle basal transporte la moitié construite dans la position de la moitié aux $v > \pm 90^\circ$.

Isolant le terme $\sin v \operatorname{cotg} v_2$, élevant au carré, et remplaçant partout les fonctions trigonométriques de s par la tangente on obtient facilement une équation du 2ème degré en $\operatorname{tang} s$, qui fournit

$$(\alpha) \,..\, \operatorname{tang} s = \frac{\cos v \operatorname{cotg} \theta'' \pm (\sin v \operatorname{cotg} v_2)\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2 \theta'' - \sin^2 v\,(1 + \operatorname{cotg}^2 v_2)}}{\sin^2 v \operatorname{cotg}^2 v_2 - \operatorname{cotg}^2 \theta''}.$$

(On obtiendrait une expression analogue pour $\operatorname{tang} v$, que l'on

peut déduire de celle-ci en échangeant θ'' contre v_2 et v contre $(180-s)$; mais nous ne nous en servirons pas.)

Il ne faut pas oublier que le produit $(\sin v \cot v_2)$ qui multiplie la racine carrée dans (α), est une valeur absolue, puisqu'elle provient de l'extraction d'un facteur commun sous le radical. C'est pourquoi nous l'avons enfermé dans une parenthèse.

L'expression (α) fournit pour chaque valeur absolue $(v) \leq 90°$ deux valeurs de $s < \pm 90°$, mais elle ne nous dit pas si c'est $+(v)$ ou $-(v)$ qu'on doit accoupler à chacune des deux valeurs de s; et l'on a vu plus haut que, en général, il n'y a que l'un des deux couples $\{s, \pm(v)\}$ qui satisfait l'équation (1). Pour distinguer le vrai couple de l'autre il faut avoir recours à cette équation même, ce que nous ferons quand il le faudra.

La réalité de s a comme condition

$$1 + \cot g^2 \theta'' - \sin^2 v (1 + \cot g^2 v_2) \geq 0,$$

ou bien

$$(\beta) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \sin^2 v \leq \frac{\sin^2 v_2}{\sin^2 \theta''}$$

Si nous désignons par (v), (v_2), (θ'') les valeurs positives et inférieures à 90°, des angles dont les sinus carrés sont respectivement égaux à $\sin^2 v$, $\sin^2 v_2$, $\sin^2 \theta''$, l'équation (β) conduit aux résultats suivants.

Si $(v_2) > (\theta'')$ et partant $\sin^2 v_2 > \sin^2 \theta''$, $\sin^2 v$ ne peut pas atteindre $\frac{\sin^2 v_2}{\sin^2 \theta''} > 1$, et la condition de réalité pour s est remplie d'elle-même. La coordonnée (v) dépasse (v_2) aussi bien que (θ'') ou elle les atteint, du moins, si (v_2) ou (θ''), ou tous les deux, égalent 90°.

Si, au contraire, $(v_2) < (\theta'')$, la condition (β) montre que (v) ne peut pas dépasser la valeur (v_0) donnée par la formule

$$(\beta') \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \sin(v_0) = \frac{\sin(v_2)}{\sin(\theta'')},$$

et atteint un maximum absolu pour cette valeur, à laquelle correspondent, d'après (α), deux racines égales

$$(\beta'') \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \operatorname{tg} s_0 = \frac{\cot g \theta''}{\cos v_0}.$$

Nous ne savons pas encore quel signe donner à $(v_0) < 90°$ pour obtenir la coordonnée qu'il faut accoupler à s_0 ; cela dépend de l'équation (1) qui n'admet que l'un des couples $(s_0, +(v_0))$, $(s_0, -(v_0))$. Mais supposons que la coordonnée en question est positive. Alors, pour des v depuis $+(v_0)$ jusqu'à $+90°$, s sera imaginaire, il n'y aura pas de courbe; et, comme cette courbe est symétrique par rapport à l'axe du cercle basal, il est évident que cette bande vide de la sphère, comprise entre l'équateur et le parallèle de $v = +(v_0)$ se répétera à gauche du diamètre vertical jusqu'au parallèle de $v = 180 - (v_0)$, sur lequel se trouvera le pôle $[-s_0, -\{180 - (v_0)\}]$ symétrique de $(s_0, +(v_0))$ par rapport au pôle central ω. La courbe sera donc à deux branches, l'une aux $v < \pm 90°$, l'autre aux $v > \pm 90°$, séparées par une bande comprise entre deux cercles parallèles.

Le signe de (v_0) que nous avons supposé positif se détermine de la manière suivante. L'équation (β'') montre que la colongitude s_0 est positive pour $\theta'' < 90°$ (et $v_0 < 90°$), puisque nous avons exclu, pour le moment, de la discussion les θ'' négatifs et les $(v) > 90°$. Le côté gauche de l'équation (1) étant positif et le terme soustractif du côté droit étant également positif, il faut que le terme additif le soit aussi, ce qui exige que pour $v_2 < 90°$ v_0 soit positif. Nous avons trouvé ainsi que, pour $0 < v_2 < \theta'' < +90°$, la valeur limite v_0 de v est positive et se trouve accouplée à une valeur s_0 aussi positive. Le pôle symétrique du pôle (s_0, v_0) par rapport au pôle du cercle basal, dont la colatitude définit le cercle parallèle limite de la branche aux $v > 90°$ a comme coordonnées $\{-s_0, -(180 - v_0)\}$.

Tandis que pour $(\theta'') > (v_2)$ la courbe a deux branches isolées comme nous venons de montrer, elle n'offre pas de discontinuité, et elle est, par conséquent, à une seule branche, pour $(v_2) > (\theta'')$. Au milieu de ces deux cas se trouve celui de $(v_2) = (\theta'')$. Comme nous verrons dans un moment, il y a sur le pôle du cercle basal un point double des courbes à $(\theta'') = (v_2)$, qui représente le point de fusion des deux branches des isogones avec $(\theta'') > (v_2)$, ou le pôle d'étranglement de la branche unique des isogones à $(v_2) > (\theta'')$.

Nous allons maintenant étudier le parcours des isogones sous les restrictions déjà indiquées de v_2 et θ'' positifs et (v) inférieur à 90°, et, de plus, sous l'hypothèse de $v_2 < 90°$ et $\theta'' < 90°$. Tous les autres cas se déduiront de celui-ci par de simples opérations de symétrie. Nous commençons par la courbe à deux branches, avec $(v_2) < (\theta'')$.

Désignons par s' et s'' les deux solutions de (α), et écrivons-les sous la forme

$$(\beta'') \ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{tg} s' = \frac{N+N'}{D}, \qquad \operatorname{tg} s'' = \frac{N-N'}{D}.$$

Pour $v=0$ l'équation (1) devient

$$\operatorname{tg} s = -\operatorname{tg} \theta'',$$

ce qui signifie que la courbe est tangente au meridien à $s = -\theta''$ sur le pôle origine f_1. Pour v croissant (en valeur absolue d'abord), D est au commencement négatif, tandis que N et N' sont toujours positifs, que la valeur de v soit positive ou négative. Mais, pour v très-petit, N' étant aussi très-petit et N voisin de son maximum, s'' sera négatif aussi bien que s', et $(s') > (s'')$. Le côté gauche de l'équation (1) est donc négatif; et comme $(\sin v \operatorname{cotg} v_2)$ est au commencement très-petit par rapport au terme soustractif $\cos v \cos s$ qui est lui-même positif, il s'ensuit que à la valeur s' correspondra un v négatif et à la valeur s'', inférieure à s' en valeur absolue, correspondra un v positif, de façon que $(\sin v \operatorname{cotg} v_2)$ augmente dans le premier cas, et abaisse dans le second, la valeur négative de $-\cos v \cos s$. Si nous appelons (v) la valeur absolue de v qui, mise dans (α), produit chaque fois les deux colongitudes s' et s'' $(s' > s'')$, nous aurons pour le commencement de la courbe, dans le voisinage de f_1, des pôles conjugués de la forme

$$\{-s', -(v)\} \qquad \text{et} \qquad \{-s'', +(v)\},$$

dont le premier appartient au quadrant *supérieur* droit postérieur, et le second au quadrant *inférieur* droit antérieur.

A mesure que v augmente, D, toujours négatif, approche de zéro, qu'il atteint lorsque

$$(\gamma) \ldots\ldots\ldots\ldots D = \sin^2 v \operatorname{cotg}^2 v_2 - \operatorname{cotg}^2 \theta'' = 0.$$

La quantité sous le radical, qu'on peut écrire

$$\cos^2 v - (\sin^2 v \operatorname{cotg}^2 v_2 - \operatorname{cotg}^2 \theta''),$$

se réduit alors à $\cos^2 v$, et (β''') deviennent

$$\operatorname{tg} s' = \infty, \qquad \operatorname{tg} s'' = 0/0.$$

s' a donc augmenté avec (v) depuis $v=0$ jusqu'à $(v) = \operatorname{arc}\left(\sin = \frac{\operatorname{cotg} \theta''}{\operatorname{cotg} v_2}\right)$,

et a atteint à ce moment-là, où la partie supérieure de l'isogone traverse le diamètre horizontal en venant du quadrant postérieur vers l'antérieur, la valeur de $-90°$, d'où s' passe à $+90°$ suivant notre convention de ne pas admettre des colongitudes supérieures à 90° en valeur absolue; en même temps il nous faut changer le signe de v. Dorénavant donc s' et son v seront tous les deux positifs.

Pour s'' on verrait, en levant l'indétermination,* que la partie inférieure de la courbe ne subit aucune discontinuité, et que l'indétermination de $\tang s''$ est la conséquence du changement simultané de signe (passage par zéro) du numérateur $N-N'$ et du dénominateur D. Donc pour cette partie (inférieure) de la courbe on continuera à avoir pour s'' et son v les mêmes signes qu'auparavant. En résumé, pour des valeurs de (v) supérieures á celle que nous fournit (γ), les pôles conjugués sont, en général, de la forme

$$\{+s',\ +v\},\qquad \{-s'',\ +v\},$$

et cela jusqu'au moment où (v) atteint la valeur v_2. Là s' ne présente aucune particularité, mais s'' devient zéro. En effet nous avons alors

$$N-N'=\cos v_2 \operatorname{cotg}\theta''-\cos v_2\sqrt{\cos^2 v_2-\cos^2 v_2+\operatorname{cotg}^2\theta''}=0,$$

tandis que $N+N'=2\cos v_2 \operatorname{cotg}\theta''$. La partie inférieure de la courbe

---

* Dérivant le numérateur et le dénominateur de $\tang s''$ et n'introduisant qu'après cette dérivation la condition (γ) qui rend le radical égal à $\cos v$ et $\sin v=\dfrac{\operatorname{cotg}\theta''}{\operatorname{cotg} v_2}$, on obtient après réduction

$$\operatorname{tg} s''=\frac{\operatorname{cotg}^2\theta''-\operatorname{cotg}^2 v_2+\operatorname{cotg}^2\theta''\operatorname{cotg}^2 v_2}{2\cos v\operatorname{cotg}\theta''\operatorname{cotg}^2 v_2},$$

où $\cos v$ se calcule au moyen de (γ).

On voit que s'' est négatif (pôle inférieur, puisque son v est positif) ou positif (pôle supérieur) suivant

$$\operatorname{cotg}^2 v_2>\operatorname{cotg}^2\theta''(1+\operatorname{cotg}^2 v_2)$$

ou

$$\operatorname{cotg}^2 v_2<\operatorname{cotg}^2\theta''(1+\operatorname{cotg}^2 v_2),$$

c'est-à-dire suivant

$$\cos v_2>\operatorname{cotg}\theta''\qquad\text{ou}\qquad \cos v_2<\operatorname{cotg}\theta'',$$

ce qui, comme on verra plus loin, exprime la condition pour que le pôle de la courbe situé sur le diamètre horizontal corresponde à un v respectivement inférieur ou supérieur à v_2.

a atteint pour $v = v_2$, c'est-à-dire sur le pôle f_2, le cercle basal, et va se continuer comme branche supérieure avec des s'' positifs et des v également positifs. A partir de cette valeur v_2 de v on aura donc pour les deux pôles conjugués, tous deux supérieurs maintenant, les coordonnées

$$\{+s', +v\}, \qquad \{+s'', +v\}.$$

Enfin pour la valeur limite v_0 de v, donnée par (β'), le radical se réduit à zéro, les deux racines s' et s'' de (α) deviennent égales, et les deux parties de la courbe se raccordent sur le pôle

$$\{+s_0, +v_0\},$$

où la courbe est tangente au parallèle de v_0 (d'après (β')). Cette courbe est reproduite sur la fig. 1 de la planche jointe à ce travail, pour $v_2 = 75°$ et $\theta'' = 82°,5$.* Elle coupe le cercle basal aux pôles f_1 et f_2 des faces déterminatives. Elle est tangente au méridien de $s = -\theta''$ en f_1, et au parallèle de v_0 en $f_0(+s_0, +v_0)$, tandis que, en f, elle coupe le méridien origine des colongitudes, projeté suivant le diamètre horizontal. Il est à peine nécessaire d'ajouter que le trait plein représente la partie supérieure, tandis que le trait en points longs représente la partie inférieure, projetée du pôle supérieur du cercle basal et regardée au travers de la sphère supposée transparente.

C'est la branche à $(v) < 90°$ que nous venons de construire et se trouve, dans la figure citée, à droite en bas. Par une rotation de 180° autour du centre de la figure on obtient l'autre branche, celle des $(v) > 90$ (à gauche en haut).

Nous n'avons à faire qu'une dernière observation. Nous avons supposé, comme c'est le cas dans la figure, que le pôle f afférent à $D = 0$, c'est-à-dire à

$$\sin v_f = \frac{\operatorname{cotg} \theta''}{\operatorname{cotg} v_2} = \sin v_2 \frac{\operatorname{cotg} \theta''}{\cos v_2},$$

a une colatitude v_f inférieure à v_2, qui est celle du pôle f_2 situé sur le cercle basal. Cela n'a pas toujours lieu; pour $\theta'' < 45°$, $\cos v_2$ étant toujours inférieur à $\operatorname{cotg} \theta''$, v_f est, d'après l'expression précédente, su-

* Elle a été construite, comme les suivantes, par pôles à (v) de 10° en 10°; ces pôles ayant été ensuite réunis par des arcs de cercle, les courbes ne sont qu'approximatives, mais elles remplissent leur seul but d'en mettre devant les yeux l'allure générale.

périeur à v_2, et, par conséquent, la partie inférieure de la courbe atteint le cercle basal (en f_2), et passe audessus du même, avant que la partie supérieure ne traverse le méridien projeté suivant le diamètre horizontal. Mais, même pour $\theta'' > 45°$, cela aura lieu toutes les fois que $\operatorname{cotg}\theta'' > \cos v_2$. Pour $\operatorname{cotg}\theta'' = \cos v_2$ les deux pôles f et f_2 seraient conjugués. Du reste il n'y aurait à changer à la discussion qu'on vient de lire que l'ordre dans lequel ont été traités les passages aux pôles f et f_2.

Il serait peu utile de décrire aussi minucieusement la construction de l'isogone pour le cas $v_2 > \theta''$, auquel elle est à une branche unique. Il suffit de faire les remarques suivantes.

Pour la partie supérieure, correspondant au signe $+$ du radical dans l'expression de $\operatorname{tang} s$, le dénominateur D, négatif comme pour le commencement du cas précédent, mais décroissant constamment depuis $(v) = 0$ jusqu'à $(v) = 90°$ ne deviendra jamais zéro; la courbe ne coupera pas le méridien projeté suivant le diamètre horizontal, comme dans le cas précédent lorsque D devenait positif passant par zéro. Elle en approchera d'abord, tant que l'accroissement du numérateur sera plus fort que celui du dénominateur et partant s croissant (quoique négatif), jusqu'à une certaine valeur maximum (négative) de la colongitude; et elle s'en écartera ensuite et finira par atteindre le cercle équatorial, projeté suivant le diamètre vertical, au pôle defini par

$$v = -90°, \qquad \sin s = -\frac{\operatorname{cotg} v_2}{\operatorname{cotg}\theta''} \text{(d'après (1))}.$$

Ensuite elle se continuera par ses pôles à $(v) > 90°$ jusqu'au pôle opposé à f_2, sur le cercle basal.

Pour la partie inférieure, la courbe se conduit comme celle du cas précédent (isogone à deux branches) jusqu'au moment où elle atteint en f_2 le cercle basal, pour se continuer sur la demi-sphère supérieure. Là, au lieu de venir se rattacher à la partie supérieure sur un pôle à (v) maximum, qui n'existe pas ici, elle se rapproche du diamètre vertical qu'elle atteint sur un point symétrique, par rapport à l'axe de figure, du point que la partie supérieure, déjà décrite, atteint sur ce même diamètre vertical, et dont les coordonnées sont

$$v = +90°, \qquad s = \operatorname{arc}\left(\sin = +\frac{\operatorname{cotg} v_2}{\operatorname{cotg}\theta''}\right).$$

Une rotation de 180° autour de l'axe du cercle basal complète la

courbe, qui a été construite par points sur la fig. 2 de la planche, pour $v_2 = 60°$, $\theta'' = 42° 40'$.

Dans le cas intermédiaire $v_2 = \theta''$, la courbe peut aussi bien être regardée comme une isogone à une seule branche *croisée* sur le pôle supérieur du cercle basal où, tout en se croisant, les deux parties de la courbe s'inflectent, ou bien comme une isogone à deux branches, avec pôle à (v) maximum commun aux deux branches et situé sur le pôle supérieur du cercle basal. Ce pôle est un point double de la courbe de quelque manière qu'on la regarde, et elle y a deux grands cercles tangents. Une telle courbe, dont la partie inférieure n'a rien de remarquable, si on la compare avec les courbes précédentes, a été tracée, pour $v_2 = \theta'' = 60°$ dans la fig. 3 de la planche. Les expressions fondamentales (1) et (α) prennent ici les formes plus simples

$$\operatorname{tg} \theta'' = \operatorname{tg} v_2 = \frac{\sin v - \sin s}{\cos v \cos s},$$

$$\operatorname{tg} s = -\left(\frac{\operatorname{tg} \theta''}{\cos v} \pm \frac{(\operatorname{tg} v)}{\cos \theta''}\right).$$

Nous voulons enfin parcourir les quelques cas particuliers qui peuvent se présenter. Pour $v_2 = 90°$, d'abord, l'équation (1) devient

$$\operatorname{tg} s = -\cos v \operatorname{tg} \theta'';$$

les deux valeurs s' et s'' de s appartiennent maintenant toujours à des v égaux et de signes contraires, et sont eux-mêmes égaux et de même signe négatif:

$$\{-(s), +(v)\}, \qquad \{-(s), -(v)\}.$$

Il en résulte que les parties supérieure et inférieure de l'isogone sont identiques.

Du reste, v_2 étant supérieur à θ'', la courbe est à une branche unique. Et comme f_2 demeure sur le point où le diamètre vertical coupe le cercle basal, c'est là que l'isogone viendra couper le diamètre vertical lorsqu'elle passe de la demi-sphère inférieure dans la supérieure. La partie supérieure atteint le diamètre vertical sur le pôle $-90°$ du cercle basal, opposé à f_2. D'après ce que nous venons de dire il est facile de voir que cette isogone est symétrique par rapport aux diamètres horizontal et vertical comme axes binaires, et à l'axe du cercle

basal comme axe quaternaire à pôle alterne (axe de 2ème espèce des auteurs allemands).

Pour $\theta'' = 90^\circ$ les équations (1) et (α) se réduisent à

$$\cos s = \operatorname{tg} v \operatorname{cotg} v_2,$$

$$\operatorname{tg} s = \pm \frac{\sqrt{\cos^2 v - \sin^2 v \operatorname{cotg}^2 v_2}}{(\sin v \operatorname{cotg} v_2)},$$

d'où

$$s = 90^\circ = \theta'' \qquad \text{pour} \qquad v = 0,$$

et, pour des (v) croissants, les pôles conjugués

$$\{+(s),\ +(v)\}, \qquad \{-(s),\ +(v)\},$$

dont le premier est *supérieur* et le second *inférieur*. Pour $v = v_2$ la partie inférieure de la courbe atteint le cercle basal en même temps que (v) atteint sa valeur maximum, au delà de laquelle s devient imaginaire (formule (β') de la page 49). L'isogone en question ne diffère de celle du cas général respectif ($v_2 < \theta''$) représentée dans la fig. 1 de la planche, qu'en ce qu'elle ne s'étend pas d'abord dans le quadrant supérieur droit postérieur, étant, pour $v = 0$, tangente au méridien projeté suivant le diamètre horizontal lui-même qui a $s = \theta'' = 90^\circ$; et en ce que le pôle à v maximum se trouve déplacé en f_2, sur le cercle basal même. D'après les coordonnées des pôles conjugués il est facile de voir qu'elle est symétrique par rapport au plan basal de projection (la partie inférieure serait exactement recouverte, dans l'épure, par le trait plein de la partie supérieure).

Pour $v_2 = \theta'' = 90^\circ$ l'équation (1) se réduit à

$$\cos v_2 \cos s = 0,$$

qui est satisfaite par $s = 90^\circ$ avec un v quelconque, et par un s quelconque avec $v = 90^\circ$. Ce sont tous les pôles situés sur les grands cercles qui se projectent sur les diamètres horizontal et vertical; la courbe est formé par l'ensemble de ces deux cercles.

Enfin pour $\theta'' = 0$ l'équation (1) exige $s = 0$ avec v quelconque: ce sont les pôles du cercle basal lui-même.

Nous avons fait remarquer la symétrie des isogones par rapport à l'axe du cercle basal, qui découle de l'équation (1). Ces courbes sont

en outre symétriques par rapport aux plans des grands cercles passant par l'axe du cercle basal, qui divisent en deux parties égales l'arc $(f_1 f_2)$ et son supplément.

Les isogones présentent les trois formes des lemniscates: courbes à deux branches, courbes à point double, courbes à une branche unique. Elles passent toutes par f_1, toutes celles qui ont le même θ'' y sont tangentes au même méridien $s = -\theta''$; toutes celles qui ont même v_2 passent par le même pôle f_2 $((f_1 f_2) = v_2)$ et sont symétriques à l'égard des mêmes plans bissecteurs de $(f_1 f_2)$ et de son supplément, mais elles se coupent sur f_1 dès que leurs θ'' sont différents.

Pour trouver les courbes afférentes aux cas $v_2 > 90^\circ$, $\theta'' > 90^\circ$ nous n'avons qu'à voir ce qui se passe dans l'équation (1) quand on y remplace $v_2 < 90^\circ$ par $180 - v_2$, etc. L'équation devient, après substitution de v_2 par $180 - v_2$, la même qu'elle était auparavant si l'on remplace en même temps v par $-v$. On n'aura donc qu'à faire tourner les courbes afférentes aux $v_2 < 90^\circ$, de 180° autour du diamètre horizontal, pour obtenir les courbes afférentes aux $v'_2 = 180 - v_2 > 90^\circ$. Si c'est θ'' que l'on remplace en (1) par $180^\circ - \theta''$, on aura, pour régénérer l'équation, à y mettre $-s$ au lieu de s: il faudra donc, pour obtenir les isogones afférentes aux $(\theta'')' > 90^\circ$, prendre les courbes symétriques de celles pour $\theta'' = 180 - (\theta'')' < 90^\circ$ par rapport au plan basal. Enfin pour obtenir les isogones avec, en même temps, des $v'_2 > 90^\circ$ et des $(\theta'')' > 90^\circ$ nous aurons à appliquer aux courbes des $v_2 = 180 - v'_2 < 90$ et $\theta'' = 180 - (\theta'')' < 90^\circ$ les deux susdites opérations de symétrie qui sont, prises ensemble, équivalentes à une réflexion sur le plan projeté suivant le diamètre horizontal du cercle basal. Étant donnée la symétrie générale de ces courbes on peut encore varier ces opérations.

Les courbes de l'équation (2)

$$\sin(s - s_3) \operatorname{cotg} \theta'' = \sin v \operatorname{cotg} v_3 - \cos v \cos(s - s_3)$$

se construisent d'abord exactement comme celles de l'équation (1), en mettant v_3 à la place de v_2, et en supposant le pôle f_3 placé sur le cercle basal à la distance angulaire $(f_1 f_3)$ de f_1. Il suffira ensuite de faire tourner la sphère, avec la courbe, autour du diamètre horizontal 0° — jusqu'à ce que le pôle f_3 du cercle basal vienne se placer sur le pôle f_3, pour avoir la courbe de l'équation (2).

*
* *

Il n'est pas si inutile qu'on pourrait le croire au premier abord, d'avoir étudié l'allure de ces courbes. On pourra maintenant, à la simple vue des données v_n et $\theta^{(n)}$, se représenter le parcours de l'isogone en question et en tirer profit pour la résolution du problème. Un résultat intéressant se révèle tout de suite dans le fait que, un même angle des traces de deux faces f_1 et f_2 peut se présenter aussi bien sur des sections à pôles situés d'un côté du plan du cercle de zone des deux faces f_1, f_2, que sur des sections à pôles situés de l'autre côté de ce plan (pôles supérieurs et pôles inférieurs). La raison en est que l'équation (1) nous fournit les pôles des sections sur lesquelles l'angle des traces des faces f_1 et f_2 a une certaine valeur θ'', mais elle ne permet pas de distinguer si l'angle θ'' mesuré dans un sens rotatif déterminé, de la trace de f_1 vers la trace de f_2, *correspond* à l'angle $(f_1 f_2)$ aigu ou obtus; et, comme ces deux angles ont des sens rotatifs opposés, deux sections toutes deux à angle θ'' de grandeur et sens déterminés, mais dans l'une desquelles cet angle correspond à l'angle aigu $(f_1 f_2)$ tandis que dans l'autre il correspond à l'angle obtus $(f_1 f_2)$, doivent avoir leurs pôles de côtés différents du plan des pôles f_1 et f_2, qui est celui du cercle basal.

Les points de la partie supérieure d'une isogone sont les pôles de sections pour lesquelles l'angle correspondant $(f_1 f_2)$ des faces déterminatives a été porté dans l'épure avec le même sens rotatif que l'angle des traces, $\theta''=(\varphi_1 \varphi_2)$, observé sous le microscope. Au contraire, les pôles de la partie inférieure d'une isogone appartiennent à des sections pour lesquelles on aurait porté l'angle $(f_1 f_2)$, correspondant à l'angle $\theta''=(\varphi_1 \varphi_2)$ décrit dans un sens déterminé, avec le sens rotatif contraire à celui de ce dernier angle. Il suffit de regarder l'équation (1) pour se convaincre que, pour un certain angle θ'', v_2 peut parcourir toutes les valeurs possibles, sans qu'il cesse d'y avoir des pôles, c'est-à-dire des couples (s, v), capables de satisfaire la susdite équation; parmi ces valeurs de v_2 se trouvent des couples supplémentaires tels que v_2 et $v'_2=180-v_2$, qui ne sont autre chose que les deux angles simultanés des deux faces f_1 et f_2. On voit par là qu'il y a des sections sur lesquelles ces deux angles déterminent le même angle correspondant θ'' des traces des deux faces f_1 et f_2, et que ces sections sont différentes les unes des autres, puisque par la substitution de v_2

par v'_2 il n'y a que le 1[er] terme du côté droit de l'équation (1) qui change de signe.

Mais il n'y a que le cas de $\theta'' = 90^\circ$ qui, abstraction faite des pôles f_1 et f_2 des faces déterminatives elles-mêmes, admette toujours deux pôles diamétralement opposés comme solutions de l'équation (1) à elle seule. En effet nous avons vu que chaque paire de pôles conjugués de ce cas, est de la forme:

$$|+(s), +(v)| \qquad |-(s), +v|.$$

Or, le pôle symétrique de ce dernier à l'égard de l'axe du cercle basal, qui est aussi une solution de (1), est de la forme

$$|+(s), -(180-v|,$$

et il est partant l'opposé du premier des deux susdits pôles.

Il n'y a donc que ce cas où il peut y avoir confusion entre deux sections parallèles opposées, qui, comme on sait, sont *différentes* l'une de l'autre toutes les fois qu'elles ne sont pas parallèles à un axe de superposition d'ordre pair, et dont la *différence* consiste en ce que les sens rotatifs de ces deux plans, et partant tous les phénomènes qui en dépendent, sont de signes contraires (c'est ce qui a lieu pour toutes les paires de faces parallèles des cristaux tricliniques, et pour toutes celles des cristaux monocliniques qui n'appartiennent pas à la zone de l'axe binaire, tout particulièrement la paire clinopinacoïdale, parallèle au plan de symétrie (010)). Il y a donc lieu de faire distinction entre deux sections parallèles opposées, et de déterminer individuellement celle qui regarde l'objectif du microscope. Les pôles f_1 et f_2 satisfont toujours par leurs coordonnées l'équation (1), ce qui est tout naturel, puisque la trace d'une face sur elle-même est indéterminée, et elle fait par conséquent avec la trace d'une autre face tous les angles possibles. Mais, si l'on prend les deux équations (1) et (2), non seulement le pôle f_2 qui n'est pas commun aux deux courbes, mais le pôle f_1 lui-même, quoique commun, cessent d'être des solutions du problème; car, quoique la trace indéterminée de f_1 sur f_1 même fasse tous les angles possibles avec les traces de f_2 et f_3, et parmi eux θ'' et θ''' respectivement, la différence $\theta''' - \theta''$ étant l'angle des races de f_2 et f_3 n'est plus indéterminée du tout, mais égale à l'angle s_3. Ce n'est donc que pour $\theta''' - \theta'' = s_3$ que f_1 est une solution du système des équations (1) et

(2); c'est ce que nous disent ces équations si l'on y fait d'abord $v=0$ et si l'on élimine ensuite s.

Notre problème peut se présenter dans la pratique sous deux aspects différents. D'abord, et plus fréquemment, on reconnaît les faces déterminatives, sur une section, indépendamment des caractères spéciaux des traces (clivages parfaits ou imparfaits, trace de la face la plus développée, etc.), à ce que les angles de leurs traces sur la section se rapprochent plus ou moins, mais toujours d'une façon sensible, des angles mêmes des faces qui les produisent, et cela non seulement pour deux, mais au moins pour trois et quelquefois pour plus de faces. C'est ce qui se passerait par exemple pour un plagioclase zoné, coupé sous un petit angle avec $M=(010)$, et dont les limites des couches, en lumière parallèle polarisée, accuseraient des angles semblabes à ceux des faces p, x, y dans l'ordre nécessaire, ou bien, en même temps que un angle semblable à (py), un autre voisin de celui de p avec la face rare $k(100)$. On aurait alors à porter p sur le pôle $f_1=0°$, y sur le cercle basal à la distance angulaire (py) de p et de façon que l'angle obtus (py) reçût le même sens rotatif que l'angle obtus des traces de p et y, observé sous le microscope, et on serait sûr que la solution se présenterait sous la forme d'un pôle supérieur. Dans le cas où la troisième face serait x on n'aurait qu'à porter aussi son pôle sur le cercle basal en tenant compte de la succession de faces p, x, y, $((py)=(px)+(xy))$, mais sans autre difficulté, puisque le trièdre de trois faces en zone se réduit à zéro et n'a pas de sens rotatif dans l'espace; de là résulte cependant une autre indécision dont nous parlerons en traitant ce cas particulier. Si la troisième face est l, étrangère à la zone $[py]$, il faudra tenir compte du sens rotatif du trièdre (pyl), et choisir celles des deux faces parallèles l et l' qui se trouve avoir son pôle audessus du cercle basal.

Si, au contraire, il n'y a pas la moindre ressemblance entre les angles des traces et ceux des faces qui les produisent, et si c'est à d'autres circonstances comme par exemple la nature même des traces (traces du plan de macle selon la règle de l'albite et du clivage de la base dans les plagioclases) que l'on reconnaît les faces déterminatives, on peut se tromper sur la correspondance et porter, dans l'épure aussi bien que dans le calcul, avec le même sens rotatif que l'angle des traces, l'angle des faces respectives supplémentaire de celui qui correspond effectivement à l'angle des traces considéré. Si la troisième face est en zone avec les deux premières, comme par exemple x des plagioclases avec p et y, cela n'a d'autre inconvénient que de four-

nir comme solution un pôle inférieur. Si la troisième face, *l* par exemple, est étrangère à la zone, c'est encore sous la forme d'un pôle inférieur qu'on trouvera la solution, pourvu que l'on tienne toujours compte du sens rotatif du trièdre (pyl). Mais si l'on renverse le sens rotatif du trièdre la solution n'aura point de signification. On peut faire dès à présent la remarque que, le problème étant en général à plusieurs solutions, il se peut qu'on en trouve, dans un cas déterminé, aussi bien sous la forme de pôles supérieurs que de pôles inférieurs. Il faudra alors tâcher de distinguer celui de notre section au moyen d'autres propriétés, par exemple des propriétés polariscopiques. Cette distinction entre pôles supérieurs et pôles inférieurs n'a pas de signification essentielle, comme il découle du fait de ce que le plan choisi comme plan basal est arbitraire; mais elle peut servir quelquefois à rendre le calcul plus sûr.

Comme il a été dit, les propriétés polariscopiques connues du minéral en question suffiront la plupart du temps à distinguer la solution cherchée de celles qui l'accompagnent. L'émergence d'un axe optique ou d'une bissectrice sous un petit angle avec la normale de la section, la biréfringence, etc., sont précieuses sous ce point de vue.

Une fois le pôle de la section trouvé par le calcul et porté au moyen de ses coordonnées s et v dans l'épure, on peut l'amener, au moyen de rotations autours des diamètres horizontal et vertical, à coïncider avec le pôle central, et on aura par là une projection stéréographique sur le plan même de la section telle qu'elle est observée sous le microscope. Autrement, il peut être utile de donner à la projection la position ordinaire, qu'elle reçoit pour le minéral en question (un plagioclase est projeté sur le plan de la zone [001] avec le pôle de (010) transversalement à droite). Cela revient à amener les faces déterminatives (ou d'autres dont les pôles auront été portés dans l'épure) dans des positions connues d'avance, au moyen de rotations successives autour des diamètres horizontal et vertical et de l'axe du cercle basal. A vrai dire il suffira en général d'amener *deux* pôles dans leurs positions définitives pour que la figure ait acquis la position désirée.

Cette méthode graphique suffira la plupart du temps, en petrographie, pour les déterminations polariscopiques. Mais, s'il s'agit d'atteindre une plus grande précision, et surtout si les données d'observation ne rendent pas une telle précision illusoire, on peut calculer l'angle du pôle f de notre section avec le pôle d'une face quelconque, par exemple avec f_2, au moyen du triangle (ff_1f_2) dans lequel on connait (f_1f)$=v$, (f_1f_2)$=v_2$, ($f_2\hat{f_1}f$)$=s$; et cet angle (ff_2) combiné avec

$(ff_1) = v$ que donne la résolution même du problème, et avec le sens rotatif du trièdre (ff_1f_2) détermine sans la moindre ambiguïté la position de f par rapport à f_1 et f_2. Pour avoir l'angle (ff_n) avec une autre face quelconque f_n, on aurait, en général, à chercher l'angle $(f_2\hat{f_1}f_n) = s_n$, et à résoudre ensuite le triangle sphérique (ff_1f_n), où l'on connaîtrait $(f_1f) = v$, $(f_1f_n) = v_n$ et $(f_n\hat{f_1}f) = s - s_n$.

Mais l'étude cristallographique d'une section n'est pas complète quand on en a déterminé la position par rapport à trois faces de position réciproque connue. Il resterait à chercher l'orientation de la section dans son plan, qui n'est pas donnée d'elle-même, puisque deux droites parallèles de son contour, dues à deux faces parallèles opposées, sont aussi bien *différentes* l'une de l'autre que les deux faces mêmes qui leur donnent naissance. Une section d'un feldspath faisant un petit angle avec la base et terminée sur deux côtés opposés par les traces de la paire (010) ne serait pas absolument orientée qu'autant que l'on aurait distingué la trace due à (010) de celle due à $(0\bar{1}0)$.

Ce problème de l'orientation de la section dans son plan exige des données étrangères au plan même de la section, et il ne peut être résolu au moyen de *traces*, quelles qu'elles soient et quelque soit leur nombre. C'est encore aux directions optiques remarquables, *inclinées* sur le plan de la section, qu'il faut avoir recours. L'émergence d'une bissectrice, d'un axe optique, peuvent souvent permettre d'orienter la section dans son plan; il suffit d'observer, en lumière convergente, vers quel côté à partir de la normale de la section, se trouve le point d'émergence de la direction optique en question.

Imaginons une section d'oligoclase perpendiculaire à (010), dont la normale fait avec la bissectrice négative un angle tel que l'émergence de cette bissectrice est visible, en lumière convergente, vers le bord du champ du microscope. Si l'on a déterminé la position du plan de la section et ensuite, d'après l'angle d'extinction, le mélange feldspathique auquel appartient l'individu à l'étude, de façon à ce que l'on connaisse approximativement la position du pôle de la bissectrice négative sur l'épure de détermination, il suffira de comparer notre épure avec celles de Mr. Michel Lévy ou avec d'autres épures des feldspaths, pour pouvoir distinguer l'une de l'autre les deux faces parallèles de chaque paire de faces déterminatives, et avoir ainsi orienté notre section dans son plan. Naturellement, il faudra tenir compte du renversement de l'image de la section, dans le cas où la méthode d'observation employée en lumière convergente ne donne pas naissance à un renversement pareil.

Mr. F. Becke, de Vienne, à développé un procédé graphique, fondé sur ces dernières considérations, pour déterminer l'angle d'un axe optique ou d'une bissectrice avec la normale de la section, aussi bien que l'azimuth d'une telle direction optique par rapport à une trace quelconque de la section. Ce procedé serait inutilement compliqué pour notre but d'orientation d'une section dans son plan, qui se fait au moyen de simples observations superficielles; il ne me paraît pas non plus être très-utile pour des déterminations exactes, étant données les erreurs parfois très-fortes qui entachent les observations microscopiques en lumière convergente polarisée.

Une dernière remarque qui se présente avant d'entrer dans la résolution algébrique des équations (1) et (2), se rattache au fait, démontré plus haut, que les pôles (s, v) et $(-s, -(180-v))$ sont des solutions simultanées de l'équation (1), ce qui ne signifie aucunement que $(-s, -(180-v))$ soit aussi une solution de (2) lorsque (s, v) en est une. C'est ce qu'on démontre en mettant $-s$, $-(180-v)$ respectivement à la place de s, v en (2). Il en résulte l'équation:

$$-\sin(s+s_3)\operatorname{cotg}\theta''' = -\sin v \operatorname{cotg} v_3 + \cos v \cos(s+s_3)$$

qui a une forme tout à fait indépendante de celle de (2) et ne lui devient identique que pour $s_3 = 0$, c'est-à-dire lorsque les trois faces déterminatives f_1, f_2, f_3 sont en zone. Dans ce cas la solution $(-s, -(180-v))$ accompagne la solution (s, v).

Nous passons maintenant à la résolution du système des équations (1) et (2).

*

* *

Si l'on développe $\sin(s-s_3)$ et $\cos(s-s_3)$, on peut écrire l'équation (2) sous la forme

$$\sin s(\cos s_3 \operatorname{cotg}\theta''' + \sin s_3 \cos v) - \cos s(\sin s_3 \operatorname{cotg}\theta''' - \cos s_3 \cos v) = \\ = \sin v \operatorname{cotg} v_3$$

De cette équation et de (1) que nous écrirons:

$$\sin s \operatorname{cotg}\theta'' + \cos s \cos v = \sin v \operatorname{cotg} v_2$$

on obtient immédiatement

$$\sin s = \frac{\sin v \begin{vmatrix} \cotg v_2 & \cos v \\ \cotg v_3 & \cos s_3 \cos v - \sin s_3 \cotg \theta''' \end{vmatrix}}{D}$$

$$\cos s = \frac{\sin v \begin{vmatrix} \cotg \theta'' & \cotg v_2 \\ \cos s_3 \cotg \theta''' + \sin s_3 \cos v & \cotg v_3 \end{vmatrix}}{D}$$

où

$$D = \begin{vmatrix} \cotg \theta'' & \cos v \\ \cos s_3 \cotg \theta''' + \sin s_3 \cos v & \cos s_3 \cos v - \sin s_3 \cotg \theta''' \end{vmatrix}.$$

La division de $\sin s$ par $\cos s$ donne, après réduction,

$$(3) \ldots\ldots \operatorname{tg} s = \frac{\cos v (\cos s_3 - \operatorname{tg} v_2 \cotg v_3) - \sin s_3 \cotg \theta''}{-\cos v \sin s_3 + \operatorname{tg} v_2 \cotg v_3 \cotg \theta'' - \cos s_3 \cotg \theta'''}$$

qui est une relation linéaire entre $\operatorname{tg} s$ et $\cos v$ à l'exclusion de toute autre fonction de ces deux arcs.

D'un autre côté les expressions de $\sin s$ et $\cos s$ substituées dans la formule

$$\sin^2 s + \cos^2 s = 1$$

donnent lieu à une équation du 4ème degré en $\cos v$ ($\sin v$ n'entre qu'au carré et peut être remplacé par $\sqrt{1 - \cos^2 v}$ sans introduire des irrationnels):

$$(6) \ldots\ldots\ldots a \cos^4 v + b \cos^3 v + c \cos^2 v + d \cos v + e = 0\,*$$

avec les coefficients

$$(6') \ldots \left\{ \begin{aligned} a &= -\Omega^2 - \sin^2 s_3 \\ b &= 2 \sin s_3 \Omega''_0 (\cos s_3 + \cotg v_2 \cotg v_3) \\ &= 2 \sin s_3 \Omega''_0 \frac{\cos (f_2 f_3)}{\sin v_2 \sin v_3} \\ c &= \Omega^2 - \Omega'^2 - \cos^2 s_3 \Omega''^2_0 - 2 \sin^2 s_3 \cotg \theta'' \cotg \theta''' \\ d &= 2 \sin s_3 \Omega''_0 (\cotg \theta'' \cotg \theta''' \cos s_3 - \cotg v_2 \cotg v_3) \\ e &= \Omega'^2 - \sin^2 s_3 \cotg^2 \theta'' \cotg^2 \theta''', \end{aligned} \right.$$

---

* On aurait pu également résoudre (1) et (2) par rapport à $\sin v$ et $\cos v$ au lieu de $\sin s$ et $\cos s$. Mais alors l'équation résultante de la substitution des valeurs

où l'on a fait

$$(6'') \ldots\ldots \begin{cases} \Omega^2 = \operatorname{cotg}^2 v_2 + \operatorname{cotg}^2 v_3 - 2\cos s_3 \operatorname{cotg} v_2 \operatorname{cotg} v_3 \\ \Omega'^2 = \operatorname{cotg}^2 v_2 \operatorname{cotg}^2 \theta''' + \operatorname{cotg}^2 v_3 \operatorname{cotg}^2 \theta'' - \\ \quad - 2 \operatorname{cotg} v_2 \operatorname{cotg} v_3 \operatorname{cotg} \theta'' \operatorname{cotg} \theta''' \cos s_3 \\ \Omega''_0 = \operatorname{cotg} \theta'' - \operatorname{cotg} \theta''' = \dfrac{\sin(\theta''' - \theta'')}{\sin \theta'' \sin \theta'''}. \end{cases}$$

On voit que a est indépendant des angles des traces, θ'' et θ''', et que b n'en dépend que par Ω''_0, qui est lui-même indépendant du triangle sphérique $(f_1 f_2 f_3)$ représenté par v_2, v_3 et s_3.

Une telle équation du 4[ème] degré n'est pas pratique assurément, autant vaut dire que ce procédé d'étude ne sera appliqué, dans toute sa généralité, en pétrographie, que dans des cas tout-à-fait exceptionnels. On calculera alors les coefficients (6'), on résoudra l'équation numérique, on écartera les racines imaginaires ou qui ne conviennent pas au cosinus, et l'on portera les valeurs de v ainsi obtenues, qui seront toujours conjuguées deux à deux $(\pm v)$, dans (3). Celle-ci fournit pour chaque paire de valeurs $(\pm v)$ une valeur unique de s inférieure à $\pm 90°$, et il ne reste qu'à déterminer au moyen de l'équation (1), ou de (2) si la première se montre indifférente, laquelle des deux valeurs, $+v$ et $-v$, doit être accouplée à la valeur de s obtenue au moyen de $\cos(\pm v)$, pour former la solution cherchée. L'indifférence de l'une des équations (1) et (2) au signe de v, exigeant que le coefficient de $\sin v$ devienne 0, n'a lieu que pour v_2 (ou v_3) $= 90°$.

On peut cependant éviter le calcul des racines de l'équation du 4[ème] degré si l'on dispose de la trace d'une quatrième face connue f_4.

L'équation analogue à (2), formée au moyen de cette face au lieu de f_3, est

$$(7) \ldots\ldots \sin(s - s_4) \operatorname{cotg} \theta^{IV} = \sin v \operatorname{cotg} v_4 - \cos v \cos(s - s_4),$$

où θ^{IV} est l'angle des traces de f_1 et f_4 sur notre section f, et s_4 sera

---

de $\sin v$ et $\cos v$ dans $\sin^2 v + \cos^2 v = 1$ contenant en même temps $\sin s$ et $\cos s$, il nous aurait fallu remplacer ces fonctions par la tangente, et on obtiendrait en dernier lieu une équation du 4[ème] degré en $\operatorname{tg} s$. L'équation (3) résolue par rapport à $\cos v$ donnerait ensuite les v.

calculée analoguement à s_3 (voyez plus haut). Au moyen de (1) et (7) on obtiendra l'expression

$$(8) \;\ldots\ldots \operatorname{tg} s = \frac{\cos v\,(\cos s_4 - \operatorname{tg} v_2 \operatorname{cotg} r_4) - \sin s_4 \operatorname{cotg} \theta^{IV}}{-\cos v \sin s_4 + \operatorname{tg} v_2 \operatorname{cotg} v_4 \operatorname{cotg} \theta'' - \cos s_4 \operatorname{cotg} \theta^{IV}}$$

analogue à (3).

L'élimination de $\operatorname{tg} s$ entre (3) et (8) fournit l'équation du 2^{me} degré en $\cos v$

$$(9) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots a' \cos^2 v + b' \cos v + c' = 0,$$

avec les coefficients

$$(9') \ldots \begin{cases} a' = \sin(s_4 - s_3) + \operatorname{tg} v_2 (\sin s_3 \operatorname{cotg} v_4 - \sin s_4 \operatorname{cotg} v_3) \\ b' = (\operatorname{cotg} \theta'' - \operatorname{cotg} \theta''')(\cos(s_4 - s_3) - \cos s_3 \operatorname{cotg} v_4 \operatorname{tg} v_2) \\ \quad - (\operatorname{cotg} \theta'' - \operatorname{cotg} \theta^{IV})(\cos(s_3 - s_4) - \cos s_4 \operatorname{cotg} v_3 \operatorname{tg} v_2) \\ c' = \operatorname{cotg} \theta''' \operatorname{cotg} \theta^{IV} \sin(s_4 - s_3) + \\ + \operatorname{cotg} \theta'' \operatorname{tg} v_2 (\sin s_3 \operatorname{cotg} v_4 \operatorname{cotg} \theta''' - \sin s_4 \operatorname{cotg} v_3 \operatorname{cotg} \theta^{IV}), \end{cases}$$

qui se réduisent naturellement à zéro lorsque f_4 vient se confondre avec f_3.

Il serait peu utile de calculer algébriquement les racines de l'équation (9). Dans chaque cas particulier on calculera numériquement les coefficients (9′), on résoudra ensuite (9), et on portera les deux valeurs de $\cos v$ (ou l'une seulement si l'autre est à v imaginaire) dans (3) ou (8), qui donnera à son tour la valeur correspondante de s, positive ou négative et toujours inférieure à 90° en valeur absolue. Enfin, on aura recours à l'équation (1) pour déterminer le signe de v, pour chaque valeur de $\cos v$ et la valeur correspondante de s.

L'utilisation de l'équation (1) serait d'ailleurs nécessaire dans le but suivant. Les équations (3) et (8) ne remplacent pas, à elles seules, le système des trois équations (1), (2) et (7); c'est le système (1), (3) et (8) qui vient le remplacer. Il faudra par conséquent ajouter aux deux équations (9) et (3) ou (9) et (8), dont (9) est une conséquence de (3) et (8), l'équation (1), pour avoir un système équivalent au primitif. Les seules équations (9) et (3) ou (9) et (8) peuvent fournir des solutions qui ne conviennent pas à (1), et elles en fourniront effectivement une toutes les fois que les deux valeurs de $\cos v$, de (9), seront

$< \pm 1$. En portant alors ces valeurs, avec leurs s d'après (3) ou (8), dans (1), on aura à écarter un couple comme ne convenant pas à (1), et il nous restera l'autre comme solution unique.

Si trois faces déterminatives quelconques fournissent une équation du $4^{ème}$ degré en $\cos v$ et partant quatre solutions différentes pour le pôle de la section, quatre faces déterminatives fourniront en général la solution vraie unique et rien que cela. On peut se figurer les quatre pôles donnés par f_1, f_2, f_3, et les quatre autres donnés par f_1, f_2, f_4, portés sur le même diagramme: en général il n'y aura qu'un pôle de commun aux deux systèmes de quatre pôles, si l'on ne s'est pas trompé sur la signification des faces déterminatives. Du contraire il n'y aurait point de pôle commun.

Mais, même dans le cas où l'on eût bien reconnu les faces déterminatives, l'équation (1) ne sera jamais *exactement* satisfaite, et cela parce que, le problème étant *surdéterminé* par quatre faces déterminatives, les erreurs d'observation aussi bien que l'incertitude des données cristallographiques (angles des faces) amèneront inévitablement des contradictions dans le résultat final. Je ne crois pas cependant qu'il vaille la peine, dans ce genre de déterminations, d'appliquer la méthode de compensation des moindres carrés; elles sont trop peu exactes pour mériter l'application d'une méthode si précise et si pénible.

Les coefficients (9') se simplifieraient quelque peu si trois des faces f_1, f_2, f_3, f_4 étaient en zone, par exemple f_3 dans la zone $[f_1 f_2]$. Comme on verra dans un instant, trois faces en zone réduisent l'équation (6) à une équation carrée, et suffisent à elles seules à resoudre le problème. Cependant il se peut que la face f_3 produise une trace peu nette ou peu régulière, tandis qu'une quatrième face f_4 étrangère à la zone $[f_1 f_2 f_3]$ donne lieu à une bonne trace. Au lieu d'opérer avec les f_1, f_2, f_4 et leurs traces, ce qui mènerait à une équation (6) du $4^{ème}$ degré, on opérera avec toutes les quatres, et de cette façon l'erreur introduite dans le résultat par l'utilisation de la trace de f_3 sera un peu compensée par l'emploi simultané de celle de f_4.

Nous retournons à notre équation (6) du $4^{ème}$ degré, et nous cherchons a en réduire la résolution à celle d'une équation de degré inférieur. On pourrait songer tout d'abord à faire disparaître le coefficient de $\cos^4 v$ pour obtenir une équation du $3^{ème}$ degré, c'est-à-dire à faire

$$\Omega^2 + \sin^2 s_3 = 0,$$

ce qui est evidemment impossible, car Ω^2 est une quantité essentielle-

ment positive. En effet

$$\Omega^2 = \operatorname{cotg}^2 v_2 + \operatorname{cotg}^2 v_3 - 2 \cos s_3 \operatorname{cotg} v_2 \operatorname{cotg} v_3$$

deviendrait un carré parfait pour $\cos s_3 = 1$, qui est la valeur maximum de $\cos s_3$ (s_3 étant toujours inférieur à 90°, on ne peut pas avoir $\cos s_3 = -1$). Si donc $\operatorname{cotg} v_2$ et $\operatorname{cotg} v_3$ ont le même signe, le terme soustractif sera toujours plus petit que s'il rendait Ω^2 un carré parfait, Ω^2 par conséquent supérieur à ce carré et partant positif aussi. Si $\operatorname{cotg} v_2$ et $\operatorname{cotg} v_3$ sont de signe contraire, Ω^2 est composé exclusivement de termes additifs et partant positif.

Nous en sommes réduits à faire disparaître les coefficients des puissances impaires de $\cos v$. C'est ce qui a lieu tout d'abord pour $s_3 = 0$, c'est-à-dire lorsque f_3 vient se placer sur le cercle basal, ce qui signifie que les trois faces déterminatives f_1, f_2, f_3 sont en zone. Si nous appelons Ω_0 et Ω'_0 ce que deviennent Ω et Ω' pour $s_3 = 0$, notre nouvelle équation sera

$$\Omega_0^2 \cos^4 v - (\Omega_0^2 - \Omega'^2_0 - \Omega''^2_0) \cos^2 v - \Omega'^2_0 = 0,$$

d'où

$$(10) \quad \ldots\ldots \cos^2 v = \frac{\Omega_0^2 - \Omega'^2_0 - \Omega''^2_0 + \sqrt{(\Omega_0^2 - \Omega'^2_0 - \Omega''^2_0)^2 + 4\Omega_0^2 \Omega'^2_0}}{2\Omega_0^2}.$$

Les Ω se calculeront facilement au moyen des expressions

$$(10') \ldots \begin{cases} \Omega_0 = \operatorname{cotg} v_2 - \operatorname{cotg} v_3 = \dfrac{\sin(v_3 - v_2)}{\sin v_2 \sin v_3} \\[2ex] \Omega''_0 = \operatorname{cotg} \theta'' - \operatorname{cotg} \theta''' = \dfrac{\sin(\theta''' - \theta'')}{\sin \theta'' \sin \theta'''} \\[2ex] \Omega'_0 = \operatorname{cotg} \theta'' \operatorname{cotg} v_3 - \operatorname{cotg} \theta''' \operatorname{cotg} v_2 = \Omega''_0 \operatorname{cotg} v_3 - \\ \qquad - \Omega_0 \operatorname{cotg} \theta'''. \end{cases}$$

On a supprimé le signe négatif devant le radical de $\cos^2 v$, car il ne conviendrait pas au $\cos^2 v$. En effet, le radical étant supérieur à la partie rationnelle du numérateur, le signe — donnerait lieu à une valeur négative de $\cos^2 v$.

De (10) on déduit facilement

$$(11) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \sin^2 v = \frac{\Omega_0^2 + \Omega'^2_0 + \Omega''^2_0 - \sqrt{N}}{2\Omega_0^2}$$

$$(11') \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{tg}^2 v = \frac{\Omega''^2_0 - \Omega^2_0 - \Omega'^2_0 + \sqrt{N}}{2\Omega'^2_0},$$

qui peuvent être préférables à (10) dans certains cas. N représente la quantité sous le radical, qu'on peut écrire indifféremment sous l'une quelconques des formes:

$$(12) \ldots\ldots\ldots \left\{ \begin{aligned} N &= (\Omega^2_0 + \Omega'^2_0 + \Omega''^2_0)^2 - 4\,\Omega^2_0\,\Omega''^2_0 \\ &= (\Omega^2_0 - \Omega'^2_0 - \Omega''^2_0)^2 + 4\,\Omega^2_0\,\Omega'^2_0 \\ &= \Omega''^2_0 - \Omega^2_0 - \Omega'^2_0 + 4\,\Omega'^2_0\,\Omega''^2_0. \end{aligned} \right.$$

L'équation (10) fournit deux valeurs pour $\cos v$, égaux et de signes contraires, qui se rapportent par conséquent à des angles v suppléments l'un de l'autre. Pour s nous avons

$$(13) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{tg} s = \cos v \frac{\Omega_0}{\Omega'_0},$$

qui résulte de ce qu'on a fait $s_3 = 0$ dans (3), et qui donne deux valeurs égales et de signes contraires de s pour les deux valeurs pareillement égales et de signes contraires de $\cos v$. Nous avons donc, en général, les solutions

$$[\pm(v),\ s], \qquad [\pm(180 - (v)),\ -s].$$

On recourra, comme nous avons dit plus haut, à l'équation (1) pour savoir lequel des deux pôles $(+(v),\ s)$ et $(-(v),\ s)$ convient au problème, car il n'y en a qu'un qui la satisfait. A la forme même de cette équation (1) on reconnaît que à la solution $(+(v),\ s)$ du premier couple correspond la solution $[-(180-(v)),\ -s]$ du second, et à la solution $(-(v),\ s)$ du prémier, la solution $[+(180-(v)),\ -s]$ (s est supposé renfermer son signe en soi-même, de façon que s'il était $s = -(s)$, les solutions seraient $[\pm(v),\ -(s)]$ et $[\pm(180-(v)),\ (s)]$ où (s) signifie une valeur absolue aussi bien que (v)). Du reste si l'on a bien reconnu la correspondance des angles des traces aux angles des faces, et si l'on a donné à la zone, dans l'épure, le même sens rotatif qu'elle présente sous le microscope, on peut être sûr qu'il s'agit d'un pôle supérieur, et que, par conséquent, les coordonnées des pôles-solutions sont de même signe:

$$(+(v),\ +(s)), \qquad (-(v'),\ -(s)),$$

où $(v)+(v')=180°$, et $\cos(v)$ est la valeur qui, mise dans (13), a produit un $s=(s)$, positif, tandis que $\cos(v')$ est celle qui a produit un $s=-(s)$, négatif.

Les deux pôles-solutions de notre problème, dans le cas présent de trois faces en zone, sont symétriques binairement par rapport au pôle de l'axe de la zone $[f_1 f_2 f_3]$. Si, comme nous avons supposé, on place les pôles de ces faces sur le cercle basal, c'est le centre de ce cercle qui est le pôle de l'axe binaire de symétrie des deux pôles-solutions. C'est ce qu'indiquent deux pôles tels que

$$(v,\ s), \qquad (-(180°-v),\ -s).$$

Nous avons fait remarquer plus haut que l'on parviendrait souvent à distinguer entre les deux solutions celle qui convient au cas actuel, au moyen des propriétés polariscopiques de la section, par exemple à l'émergence d'un axe optique ou d'une bissectrice dans le champ du microscope. La présence d'une quatrième trace due à une face connue f_4, étrangère à la zone $[f_1 f_2 f_3]$, lors même que cette trace se trouvât n'être pas assez nette ou droite pour être utilisée directement dans le calcul de la section, suffira à parfaire la susdite distinction. On n'a qu'à calculer le côté droit de l'équation (7), en la supposant divisée par $\sin(s-s_4)$, avec chaque fois les coordonnées d'un des pôles-solutions trouvés, soit $(v,\ s)$ et $(-(180-v),\ -s)$, et à comparer ensuite la valeur ainsi obtenue de θ^{IV} avec l'angle mesuré (approximativement) de la trace de f_1 avec celle de f_4. L'équation (7) prendra successivement les formes

$$\operatorname{cotg}\theta^{IV}=\frac{\sin v \operatorname{cotg} v_4-\cos v \cos(s-s_4)}{\sin(s-s_4)}$$

et

$$\operatorname{cotg}\theta^{IV}=\frac{\sin v \operatorname{cotg} v_4-\cos v \cos(s+s_4)}{\sin(s+s_4)},$$

et il n'y aura, en général, que l'*une* des deux valeurs de θ^{IV} qui sera identique à (ou du moins voisine de) l'angle des traces mesuré, à quoi l'on reconnaîtra justement le pôle cherché.

Si nous essayons de résoudre le problème au moyen de *quatre* faces en zone, en faisant dans (3) et (8) $s_3=s_4=0$, nous n'obtenons qu'une relation entre v_4 et θ^{IV}, qui permet de calculer l'un par l'autre

ces deux angles; c'est la relation

$$\operatorname{cotg} v_4 \Omega''_0 - \operatorname{cotg} \theta^{IV} \Omega_0 - \Omega'_0 = 0,$$

qu'on obtient divisant l'une par l'autre les susdites équations, et qui peut servir à controlér les angles des traces mesurés, et à les compenser.

*

* *

Sans sortir de ce cas (trois faces en zone), supposons

$$\Omega'_0 = \operatorname{cotg} v_3 \operatorname{cotg} \theta'' - \operatorname{cotg} v_2 \operatorname{cotg} \theta''' = 0$$

ou

$$\frac{\operatorname{cotg} \theta''}{\operatorname{cotg} v_2} = \frac{\operatorname{cotg} \theta'''}{\operatorname{cotg} v_3},$$

ce qui signifie que la zone déterminée par notre section et par la face f_1 (à pôle à l'origine), ou bien la zone déterminée par notre section et par la face perpendiculaire à f_1 dans la zone basale, est normale à la zone basale $[f_1 f_2 f_3]$ elle-même. Le pôle de notre section se trouvera par conséquent sur le grand cercle projeté suivant le diamètre horizontal, ou bien sur celui qui se projette suivant le diamètre vertical. L'équation (10) devient

$$\cos^2 v = \frac{\Omega_0^2 - \Omega''^2_0}{\Omega_0^2},$$

et comme

$$\Omega''_0 = \operatorname{cotg} \theta'' - \operatorname{cotg} \theta''' = (\operatorname{cotg} v_2 - \operatorname{cotg} v_3) \frac{\operatorname{cotg} \theta''}{\operatorname{cotg} v_2}$$

$$= \Omega_0 \frac{\operatorname{cotg} \theta''}{\operatorname{cotg} v_2},$$

il résulte

$$\cos^2 v = 1 - \frac{\operatorname{cotg}^2 \theta''}{\operatorname{cotg}^2 v_2}$$

ou bien

$$(14) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \sin v = \frac{\operatorname{cotg} \theta''}{\operatorname{cotg} v_2} = \frac{\operatorname{cotg} \theta'''}{\operatorname{cotg} v_3}.$$

L'équation (13), qui fournit s, devient

$$\operatorname{tg} s = \infty,$$

d'où

$$s = 90^\circ,$$

ce qui définit les pôles placés sur le diamètre horizontal.

Si l'on désigne par v le plus petit angle, positif ou négatif, fourni par (4), les deux solutions possibles de ce cas seront

$$(v, +90^\circ) \quad \text{et} \quad (180 - v, +90^\circ).$$

D'après (14) même, ces solutions ne seront réelles qu'autant que

$$(\operatorname{cotg} \theta'') < (\operatorname{cotg} v_2)$$

(où les parenthèses indiquent qu'il s'agit des valeurs absolues), c'est-à-dire qu'autant que le plus petit angle (θ'') dont la cotangente est égale à la valeur absolue de $\operatorname{cotg} \theta''$, est supérieur à (v_2), le plus petit angle dont la cotangente est égale à la valeur absolue de $\operatorname{cotg} v_2$.

S'il est, au contraire,

$$(\operatorname{cotg} \theta'') > (\operatorname{cotg} v_2),$$

nous aurons à utiliser l'expression (10) de $\cos^2 v$ avec une racine carrée négative. Nous avions, il est vrai, rejeté le signe — devant la racine carrée de cette expression, car nous supposions Ω_0 et Ω'_0 différents de zéro. Mais, puisque nous avons fait $\Omega'_0 = 0$ ($\Omega_0 = 0$ n'aurait d'autre signification que celle de l'identité de f_2 et f_3), nous devons admettre ce signe, par suite de l'introduction duquel (10) devient

$$\cos^2 v = 0,$$

d'où

$$v = \pm 90^\circ.$$

Tandis que (13) donne pour $\operatorname{tg} s$ une valeur indéterminée, (1) et (2) deviennent

$$\sin s \operatorname{cotg} \theta'' = \pm \operatorname{cotg} v_2$$

$$\sin s \operatorname{cotg} \theta''' = \pm \operatorname{cotg} v_3,$$

et fournissent

$$(15) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \sin s = \pm \frac{\operatorname{cotg} v_2}{\operatorname{cotg} \theta''} = \pm \frac{\operatorname{cotg} v_3}{\operatorname{cotg} \theta'''},$$

qui sont des sinus à arguments réels pour $\cotg \theta'' > \cotg v_2$, mais qui impliqueraient des s imaginaires dans le cas contraire, précédent.

Les deux solutions possibles, représentées par les pôles

$$(+90^\circ, s) \qquad (-90^\circ, -s),$$

où s est défini par (15) prise avec le signe supérieur (+), se trouvent projetées sur le diamètre vertical à égale distance du pôle central. Les deux cas possibles du cas plus général $\Omega'_0 = 0$ sont donc caractérisés par

$$(\cotg \theta'') < (\cotg v_2) \qquad \text{et} \qquad (\cotg \theta'') > (\cotg v_2),$$

dont le premier se rapporte à des pôles situés sur le diamètre horizontal ($s = (90^\circ)$), et le second à des pôles situés sur le diamètre vertical ($v = (90^\circ)$).

Enfin pour $(\cotg \theta'') = (\cotg v_2)$, et partant $(\cotg \theta''') = (\cotg v_3)$, on obtient simplement comme solutions

$$v = +90^\circ, \qquad s = +90^\circ$$

ou bien

$$v = -90^\circ, \qquad s = +90^\circ,$$

suivant que $\cotg \theta''$ et $\cotg v_2$ sont de même signe ou de signe contraire. Ces coordonnées définissent le pôle supérieur et le pôle inférieur du cercle basal. Le plan de la section est alors normal à l'axe de la zone $[f_1 f_2 f_3]$, il est la section droite même de cette zone.

Nous avons vu plus haut qu'il ne suffit pas que l'angle de deux traces sur une section soit égal à l'angle des deux faces qui les produisent, pour que la susdite section soit normale à l'arête de ces deux faces, puisque à $(v_2) = (\theta'')$ correspond toute une isogone avec un point double sur un pôle du cercle basal. Mais nous venons de voir qu'il faut et qu'il suffit que cette égalité ait lieu pour deux angles (trois faces:

$$\frac{\cotg \theta''}{\cotg v_2} = \frac{\cotg \theta'''}{\cotg v_3}$$

et

$$\cotg \theta'' = \pm \cotg v_2$$

d'où

$$\cotg \theta''' = \pm \cotg v_3),$$

pour que le pôle unique qui satisfait le problème soit le susdit point double situé sur un des pôles du cercle basal, sur le supérieur si $\cot\theta'' = +\cot v_2$, sur l'inférieur si $\cot\theta'' = -\cot v_2$.

*

* *

Un deuxième cas dans lequel les coefficients b et d de l'équation (6) du 4ème degré disparaissent, sans que l'on ait à faire des restrictions sur la position de la section même, a lieu pour

$$\cos s_3 = 0, \qquad \cot v_2 \cot v_3 = 0,$$

c'est-à-dire pour $s_3 = \pm 90°$ et $v_2 = \pm 90°$ ou bien pour $s_3 = \pm 90°$ et $v_3 = \pm 90°$. Ces deux cas ne diffèrent qu'apparemment; ils ont également comme conséquence $(f_2 f_3) = 90°$ et l'angle en f_3 ou en f_2 du triangle $(f_1 f_2 f_3)$ également de 90°, selon c'est v_2 ou v_3 que l'on suppose égal à 90°.

C'est ce qui a lieu pour un cristal monoclinique, si l'on dispose, comme faces déterminatives, de $f_1 \equiv (h_1 0 l_1)$, $f_2 \equiv (h_2 0 l_2)$, $f_3 \equiv (010)$, par exemple pour une section d'orthose limitée par p, x, M. Dans le système triclinique ce serait théoriquement impossible, mais le cas se présenterait très approximativement pour les espèces pseudomonocliniques.

Ici on aura au moins deux solutions, puisque le système des trois faces déterminatives et de leurs parallèles opposées a un axe binaire, qui est la normale de l'une des faces et en même temps axe de la zone des deux autres. Par une rotation de 180° autour de cet axe, les faces déterminatives viennent se superposer à elles-mêmes ou à leurs parallèles, en même temps que le pôle de la section produit un deuxième pôle symétrique du premier par rapport au susdit axe binaire. Or, les formules employées pour résoudre le problème n'établissant pas de différence entre les deux faces parallèles opposées qui produisent les traces d'une direction déterminée dans notre section, il est à prévoir que, toutes les fois que le système des faces déterminatives et de leurs parallèles opposées a un axe binaire, les solutions du problème soient deux à deux symétriques par rapport à cet axe binaire. C'est pourquoi, dans le cas traité précédemment, de trois faces f_1, f_2, f_3 en zone, nous avons justement trouvé deux solutions symétriques à l'égard de l'axe de zone.

Faisant $s_3 = 90^\circ$ et $v_3 = 90^\circ$, les coefficients deviennent

$$(16) \ldots\ldots \begin{cases} b'' = d'' = 0 \\ a'' = -(1 + \text{cotg}^2 v_2) \\ c'' = \text{cotg}^2 v_2 (1 - \text{cotg}^2 \theta''') - 2 \text{cotg}\, \theta'' \text{cotg}\, \theta''' \\ e'' = \text{cotg}^2 \theta''' (\text{cotg}^2 v_2 - \text{cotg}^2 \theta''), \end{cases}$$

et l'équation (6) devient

$$(17) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots a'' \cos^4 v + c'' \cos^2 v + e'' = 0.$$

Cette équation fournit, pour l'angle v, quatre valeurs supplémentaires deux à deux

$$\pm(v'), \qquad \pm(180 - (v')), \qquad \pm(v''), \qquad \pm(180 - (v'')),$$

qui introduites dans l'équation

$$(18) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{tg}\, s = \frac{\text{cotg}\, \theta'''}{\cos v}$$

qui résulte aussi bien de (3) que de (2) en y faisant $s_3 = v_3 = 90^\circ$, fournissent leurs s respectifs, deux à deux égaux et de signes contraires

$$s', \qquad -s', \qquad s'', \qquad -s''.$$

Enfin, au moyen de l'équation (1), on détermine le signe de v dans chaque couple (v, s). Les quatre pôles

$$(v', s'), \qquad (-(180 - v'), -s')$$
$$(v'', s''), \qquad (-(180 - v''), -s''),$$

dont les deux de chaque ligne sont symétriques à l'égard de l'axe du cercle basal (qui est la normale de f_3 et l'axe de la zone $[f_1 f_2]$), peuvent se réduire à deux si l'un des $\cos^2$, par exemple $\cos^2 v''$, est négatif.

S'il est $\text{cotg}\, v_2 = 0$ au lieu de $\text{cotg}\, v_3 = 0$, toujours avec $\cos s_3 = 0$, on n'a qu'à échanger, dans les coefficients (16), v_2 avec v_3 et θ'' avec θ''',

pour que l'équation (17) soit applicable au nouveau cas. s sera donné alors par

$$(19) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{tg} s = -\cos v \operatorname{tg} \theta'',$$

qui résulte de (1).

Les coefficients a'', c'', e'' deviendraient beaucoup plus simples si l'on faisait

$$\operatorname{cotg} v_2 = \operatorname{cotg} v_3 = \cos s_3 = 0,$$

c'est-à-dire si les trois faces déterminatives venaient à parfaire un trièdre orthogonal. On aurait alors

$$a'' = -1, \qquad c'' = -2 \operatorname{cotg} \theta'' \operatorname{cotg} \theta''', \qquad e'' = -\operatorname{cotg}^2 \theta'' \operatorname{cotg}^2 \theta'''$$

et

$$(\cos^2 v + \operatorname{cotg} \theta'' \operatorname{cotg} \theta''')^2 = 0,$$

d'où

$$\cos v = \pm \sqrt{-\operatorname{cotg} \theta'' \operatorname{cotg} \theta'''}.$$

Cette valeur de $\cos v$, mise indifféremment dans (18) ou (19), donne, pour le calcul de s,

$$\operatorname{tg} s = \pm \sqrt{\frac{-\operatorname{cotg} \theta'''}{\operatorname{cotg} \theta''}},$$

où le signe + correspond au signe + de $\cos v$, etc., si $\operatorname{cotg} \theta'''$ est positive et partant $\operatorname{cotg} \theta''$ négative, et au signe — de $\cos v$, etc., si $\operatorname{cotg} \theta'''$ est négative et partant $\operatorname{cotg} \theta''$ positive. Les quatre solutions sont par conséquent (les parenthèses signifiant toujours des valeurs absolues)

$$\overset{\text{I}}{[+(v), +(s)]}, \qquad \overset{\text{II}}{[-(v), +(s)]}, \qquad \overset{\text{III}}{[+(180-(v)), -(s)]},$$

$$\overset{\text{IV}}{[-(180-(v)), -(s)]}$$

si $\operatorname{cotg} \theta''' > 0$, et

$$[+(v), -(s)], \qquad [-(v), -(s)], \qquad [+(180-(v)), +(s)],$$
$$[-(180-(v)), +(s)]$$

si $\text{cotg}\,\theta''' < 0$. Ces quatre pôles sont symétriques deux à deux à l'égard de l'axe du cercle basal (I et IV, II et III), à l'égard du diamètre horizontal (I et II, III et IV), et à l'égard du diamètre vertical (I et III, II et IV). Ce sont donc les pôles des quatre faces superposables d'une bipyramide rhombique dont les axes binaires seraient les susdits diamètres, aux pôles desquels se trouvent respectivement les pôles f_3, f_1, f_2 de nos trois faces déterminatives, qui forment un système orthogonal. Un tel système n'est théoriquement possible que dans les cristaux rhombiques (ou dans un système à symétrie plus élevée); il est donc tout naturel que l'on trouve comme solutions quatres pôles tels que I, II, III, IV qui ne sont pas essenciellement différents étant superposables.

*

* *

Nous allons maintenant étudier un autre cas de disparition des coefficients b et d de l'équation (6) du 4ème degré, qui est très interessant à cause de l'application fréquente qu'on en peut faire dans la détermination des plagioclases. C'est celui de

$$\text{cotg}\,\theta'' = \text{cotg}\,\theta''' (\equiv \text{cotg}\,\theta).$$

En effet on a alors

$$\Omega''_0 = 0, \qquad \Omega'^2 = \Omega^2 \,\text{cotg}^2\theta$$

et

$$b = d = 0$$

$$a = -(\Omega^2 + \sin^2 s_3)$$

$$\begin{aligned} c &= \Omega^2(1 - \text{cotg}^2\theta) - 2\sin^2 s_3 \,\text{cotg}^2\theta = \\ &= -\text{cotg}^2\theta(\Omega^2 + \sin^2 s_3) + \Omega^2 - \sin^2 s_3 \,\text{cotg}^2\theta \\ &= a\,\text{cotg}^2\theta + \frac{e}{\text{cotg}^2\theta} \end{aligned}$$

$$e = \text{cotg}^2\theta(\Omega^2 - \sin^2 s_3 \,\text{cotg}^2\theta).$$

(Les angles v_2 et v_3 se trouvent toujours associés sous l'expression de Ω^2.)

L'équation (6) peut donc s'écrire dans notre cas

$$a \operatorname{cotg}^2\theta \cos^4 v + (a \operatorname{cotg}^4\theta + e)\cos^2 v + e \operatorname{cotg}^2\theta = 0,$$

d'où

$$\cos^2 v = \frac{-(e + a\operatorname{cotg}^4\theta) \pm (e - a\operatorname{cotg}^4\theta)}{2a\operatorname{cotg}^2\theta}.$$

Les deux valeurs de $\cos^2 v$ sont partant

$$\cos^2 v = -\operatorname{cotg}^2\theta, \qquad \cos^2 v = -\frac{e}{a\operatorname{cotg}^2\theta} = \frac{\Omega^2 - \sin^2 s_3 \operatorname{cotg}^2\theta}{\Omega^2 + \sin^2 s_3}.$$

La première racine donnant un v imaginaire, il ne nous reste que la seconde qu'on peut mettre successivement sous les formes

$$\cos^2 v = \frac{1 - \frac{\sin^2 s_3}{\Omega^2}\operatorname{cotg}^2\theta}{1 + \frac{\sin^2 s_3}{\Omega^2}} = \frac{1 - \operatorname{cotg}^2 v_\varphi \operatorname{cotg}^2\theta}{1 + \operatorname{cotg}^2 v_\varphi} = -\frac{\cos(v_\varphi + \theta)\cos(v_\varphi - \theta)}{\sin^2\theta},$$

et qui fournit deux valeurs absolues supplémentaires de v, dont il reste à déterminer le signe. L'expression (3), qui donne comme toujours une valeur de s pour chaque valeur de $\cos v$, devient ici, c'est-à-dire pour $\operatorname{cotg}\theta'' = \operatorname{cotg}\theta'''$,

$$\operatorname{tg} s = \frac{\cos v\,(\cos s_3 - \operatorname{tg} v_2 \operatorname{cotg} v_3) - \sin s_3 \operatorname{cotg}\theta}{-\operatorname{cotg}\theta\,(\cos s_3 - \operatorname{tg} v_2 \operatorname{cotg} v_3) - \sin s_3 \cos v},$$

qu'on peut mettre sous la forme

$$(20) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{tg} s = \frac{-\cos v \operatorname{tg} s_\varphi - \operatorname{cotg}\theta}{\operatorname{cotg}\theta \operatorname{tg} s_\varphi - \cos v},$$

si l'on fait

$$\operatorname{cotg}^2 v_\varphi = \frac{\sin^2 s_3}{\Omega^2}$$

et

$$\operatorname{tg} s_\varphi = -\frac{\cos s_3 - \operatorname{tg} v_2 \operatorname{cotg} v_3}{\sin s_3}.$$

Comme toujours, on aura à porter chaque valeur absolue de v avec son s dans (1), pour connaître le signe qu'il faut attribuer à cha-

que valeur de v. On obtient en tout deux solutions, c'est-à-dire deux pôles, sans corrélation immediate de symétrie, puisque $\operatorname{tg} s$ n'est pas proportionnelle au $\cos v$.

Ce cas est très intéressant et très remarquable, comme nous avons dit, par sa signification même. En effet l'identité de $\operatorname{cotg} \theta''$ et $\operatorname{cotg} \theta'''$ montre que les deux faces f_2 et f_3 produisent sur notre section deux traces parallèles, autrement dit, que notre section appartient à la zone de ces deux faces-là. C'est, par exemple, le cas d'une section d'hornblende à une seule direction de clivages prismatiques: elle appartiendra forcément à la zone du prisme. Notre déduction montre qu'il suffit alors d'une seule trace, en plus de la direction de l'axe de la zone connue à laquelle la section appartient (ou, ce qui est la même chose, de la trace d'une face quelconque de la susdite zone) pour pouvoir déterminer le pôle de la section.

En faisant

$$(20') \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{cotg}^2 v_\varphi = \frac{\sin^2 s_3}{\Omega^2},$$

$$(20'') \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{tg} s_\varphi = -\frac{\cos s_3 - \operatorname{tg} v_2 \operatorname{cotg} v_3}{\sin s_3},$$

nous n'avons pas simplement remplacé par des expressions abrégées l'ensemble des données cristallographiques, qui ne se montrent qu'associées sous ces deux formes, mais nous avons en même temps introduit les coordonnées (dans notre système) du pôle de la zone $[f_2 f_3] \equiv \varphi$, à laquelle appartient notre section.* Ce qui démontre que, en effet, la position cristallographique de la section est indépendante des faces de la zone φ qu'on prend comme faces déterminatives, pour ne dépendre que des coordonnées de la zone même.

On aura donc à porter le pôle f_1, de la face étrangère à la zone φ, sur l'origine des colatitudes (0° du cercle basal), le pôle f_2 de l'une quelconque des faces de la susdite zone sur le cercle basal à la distance angulaire $v_2 = (f_1 f_2)$ de f_1, et le pôle f_3 d'une autre face quelconque de la zone φ à l'endroit déterminé par les distances angulaires $(f_1 f_3)$ et $(f_2 f_3)$ et par le sens rotatif du trièdre $(f_1 f_2 f_3)$. Le pôle de notre section se trouvera forcément sur le cercle de la zone $[f_2 f_3]$, et il suffira (à moins que l'angle à l'intersection ne soit trop aigu et partant

---

* Voyez la *Note I* à la fin de ce travail.

celle-ci peu précise) de calculer v et de noter les pôles d'intersection du parallèle de v avec le cercle de la susdite zone.

Mais il est plus simple de se servir du pôle φ de l'axe de zone même. L'angle r_φ de cet axe avec la normale de la face déterminative f_1 (étrangère à la zone φ) est en général connu ou peut être calculé au moyen d'un triangle sphérique formé par f_1 et deux faces quelconques de la zone φ. C'est ce que nous donne justement l'expression (20') où s_3 est l'angle en f_1 de cet triangle, ou plus simplement encore la formule

$$\cos v_\varphi = \frac{\sin(f_1 f_2) \sin(f_1 f_3) \sin \hat{f_1}}{\sin(f_2 f_3)},$$

conséquence des deux formes

$$\Delta = \sin(f_1 f_2) \sin(f_1 f_3) \sin \hat{f_1} = \sin(f_2 f_3) \cos v_\varphi$$

sous lesquelles on peut mettre le sinus du trièdre $(f_1 f_2 f_3)$. Du reste la formule (20') n'est qu'une complication de celle-ci et s'y laisse ramener facilement.

Formons maintenant $\operatorname{tg}(s - s_\varphi)$ au moyen de l'expression (20) de $\operatorname{tg} s$. Il vient

$$\operatorname{tg}(s - s_\varphi) = \frac{\operatorname{cotg} \theta}{\cos v}.$$

Si nous faisons $s_\varphi = 0$, c'est-à-dire si nous plaçons le pôle de l'axe de zone φ sur le cercle basal même, à la distance angulaire r_φ de l'origine où se trouve le pôle f_1, on a encore plus simplement

$$\operatorname{tg} s = \frac{\operatorname{cotg} \theta}{\cos v};$$

mais c'est tout-à-fait secondaire.

Ensuite il s'agit se remplacer l'angle θ de la trace de f_1 avec la trace des faces de la zone connue φ, par l'angle de la trace de f_1 avec la trace du plan de zone (plan normal à l'axe de zone), qui est normal à notre section, puisqu'elle appartient aussi à cette zone. En désignant cet angle par θ_φ nous avons évidemment

$$\theta = \theta_\varphi \pm 90^\circ,$$

d'où

$$(21) \ldots\ldots\ldots\ldots \cos^2 v = \frac{\sin(v_\varphi + \theta_\varphi) \sin(v_\varphi - \theta_\varphi)}{\cos^2 \theta_\varphi}$$

(21′) .... $\operatorname{tg}(s-s_\varphi)=-\frac{\operatorname{tg}\theta_\varphi}{\cos v}$.*

La réalité de $\cos^2 v$ exige

$$0<\sin(v_\varphi+\theta_\varphi)\sin(v_\varphi-\theta_\varphi)<\cos^2\theta_\varphi,$$

deux conditions dont la seconde est remplie d'elle-même, tandis que la première se réduit à

$$\operatorname{tg} v_\varphi > \pm \operatorname{tg}\theta_\varphi.$$

Si l'on suppose v_φ et θ_φ positifs (s'ils étaient négatifs on n'aurait qu'à les remplacer par les suppléments positifs de leurs valeurs absolues), cette condition exprime que v_φ doit être compris entre θ_φ et son supplément.

Pour la détermination du signe de v nous utiliserons l'équation (2), formée aux dépens du pôle φ de l'axe de zone:

(22) ..... $\sin(s-s_\varphi)\operatorname{cotg}\theta_\varphi=\sin v\operatorname{cotg} v_\varphi-\cos v\cos(s-s_\varphi)$,

qui, pour $s_\varphi=0$ (pôle φ sur le cercle basal), devient analogue à (1).

On pourrait se demander dans quel sens doit être porté le pôle φ (à la distance angulaire v_φ de f_1 placé à l'origine 0°), c'est-à-dire quel signe doit être attribué à v_φ dans le calcul. C'est tout-à-fait arbitraire, le changement de v_φ en $-v_\varphi$ n'altérant ni la valeur de $\cos v$ ni celle de $\operatorname{tg}(s-s_\varphi)$, mais renversant simplement les signes des v accouplés aux s, comme le prouve l'équation (22). On obtient donc, comme solutions, des pôles symétriques de ceux pour $+v_\varphi$ par rapport au diamètre horizontal comme axe binaire. La rotation de 180° autour de ce dia-

* Ces formules ne sont, au fond, que celles qui donnent un côté et un angle d'un triangle sphérique dont un côté est égal à un angle droit, et on pourrait écrire plus simplement

$$\sin v=\frac{\cos v_\varphi}{\cos\theta_\varphi},\qquad \sin(s-s_\varphi)=\frac{\sin\theta_\varphi}{\sin v_\varphi},$$

tout en ajoutant

$$\cos(s-s_\varphi)=-\operatorname{cotg} v\operatorname{cotg} v_\varphi$$

pour coordonner les deux valeurs supplémentaires de v aux deux valeurs également supplémentaires de s, dont celle qui est $>90°$ doit être remplacée par son supplément, avec changement simultané du signe de son v.

mètre, qui ramène le pôle $(-v_\varphi, s_\varphi)$ en coïncidence avec le pôle (v_φ, s_φ), ramène aussi $(-v, s)$ en coïncidence avec $(+v, s)$, qui serait simplement la solution si l'on avait fait v_φ positif. C'est donc en effet arbitraire.

Le cas que nous traitons est susceptible d'une résolution graphique. Ce qui empêche, dans le cas général de trois faces déterminatives quelconques, l'emploi du procédé graphique, c'est ce fait que chacun des triangles sphériques $(f f_1 f_2)$ et $(f f_1 f_3)$ n'est connu que par l'angle en f et par le côté opposé $(f_1 f_2)$ ou $(f_1 f_3)$, qui ne suffisent pas à la construction. Ce n'est qu'après avoir déterminé le côté commun $(f f_1) = v$, que l'on peut procéder à la construction, à moins qu'on ne préfère, comme nous avons toujours indiqué, calculer ensuite l'angle s en f_1 du triangle $(f f_1 f_2)$, ce qui permet se trouver f tout en conservant f_2 ou f_3 sur un point déterminé de la projection (par exemple f_2 sur le cercle basal). Si l'on voulait construire f au moyen de v seulement, on serait obliger de prendre f arbitrairement sur le parallèle v, et alors f_2, comme intersection d'un grand cercle par f (sous l'angle θ'' avec le grand cercle $\widehat{f f_1}$) avec un petit cercle de rayon $(f_1 f_2)$ autour de f_1 comme pôle, viendrait se placer à un endroit qu'on n'aurait pas pu prévoir sans l'aide du calcul.

Supposons maintenant que l'angle $(f f_2) = v$ est donné en même temps que l'angle θ des traces de f_2 et d'une autre face f_1. Alors nous n'aurons besoin d'aucune autre donnée car dans le triangle sphérique $(f f_2 f_1)$ on connaîtra $(f f_2)$, $(f_2 f_1)$ et l'angle $\hat{f}$ opposé au côté $(f_2 f_1)$. C'est le cas douteux des triangles sphériques. Pour la construction, on n'a qu'à porter sur le canevas stéréographique les pôles f et f_2 à la distance angulaire $(f f_2) = v$ l'un de l'autre, à décrire autour de f_2 comme pôle un petit cercle de rayon $(f_2 f_1) = v_1$, et à couper ce petit cercle par un grand cercle passant par f et faisant avec le grand cercle $\widehat{f f_2}$ un angle égal, en valeur absolue et sens rotatif, à l'angle $\hat{f}$ des traces. Suivant les grandeurs relatives de $(f f_2)$, $(f_2 f_1)$ et $\hat{f}$, on obtiendra deux pôles d'intersection, un seul ou aucun.

Ce qui nous interesse surtout c'est le cas où $(f f_2) \equiv (f \varphi) = 90^\circ$ (nous remplaçons f_2 par φ pour rattacher à nos considérations précédentes), c'est-à-dire où la section à l'étude est normale à la face φ dont on observe la trace sur la section, en même temps que la trace d'une seconde face f_1. Il est évident que c'est aussi le cas d'une section appartenant à une zone connue, à la zone dont l'axe est la normale de la face φ, et dont les faces produiraient, sur la section, des traces perpendiculares à la trace de φ. Dans une section d'un plagioclase, de la

zone de symétrie de la macle de l'albite, par exemple, ce n'est pas la trace d'une face quelconque de cette zone que nous observons sur la section, mais la trace même du plan normal à l'axe de zone, c'est-à-dire du plan de macle *M*. Du reste, ces traces faisant un angle de 90°, il est facile d'en déduire l'une de l'autre.

Il suffira alors, pour la résolution graphique, de porter f au centre du cercle basal d'un canevas de Fédorow, φ sur le 0°, et de noter les points où le parallèle de $(\varphi f_1) = v_1$ est coupé par le diamètre du cercle basal, qui fait avec le diamètre horizontal un angle égal en valeur absolue et sens rotatif à celui des traces de φ et f_1 sur f. Outre le pôle *supérieur*, il y a un pôle *inférieur* qui, supposant la demi-sphère inférieure projetée du pôle supérieur du cercle basal, coïncide avec le pôle supérieur. On peut ensuite, par des rotations convenables successives autour des diamètres horizontal et vertical, amener φ et f_1 dans des positions quelconques, celles, par exemple, qui conviennent à la projection ordinaire du minéral en question, et obtenir la position correspondante de f.

Le diamètre suivant lequel se projette le grande cercle $(f f_1)$ peut couper le parallèle de $(\varphi f_1) = v_1$ (en deux pôles placés verticalement au dessous l'un de l'autre et projetés sur le même point) auquel cas il y a deux solutions; il peut lui être tangent, au quel cas il n'y a qu'une solution représentée par un pôle sur le cercle basal et il est $(f f_1) = 90°$, $\hat{f} = (\varphi f_1)$; enfin, il peut ne pas le rencontrer du tout, et le problème aura été mal posé.

L'angle des lignes qui déterminent, par leur intersection, les pôles-solutions étant souvent très-aigu, leur intersection peut devenir elle-même très incertaine. Il vaut mieux alors avoir recours au calcul, qui est du reste très simple, comme nous avons vu plus haut, et peut être rendu encore plus simple, si, en harmonie avec le procédé graphique justement exposé, on renonce á donner tout d'abord une position déterminée au pôle f_1. En effet, attribuant au pôle φ de la face normale à notre section (= pôle de l'axe de zone à laquelle notre section est censée appartenir) le pôle origine 0° du cercle basal, on a, d'après (3),

$$\sin(s - s_1) \operatorname{cotg} \theta_1 = \sin v \operatorname{cotg} v_1 - \cos v \cos(s - s_1),$$

où il faut faire $v = 90°$ (puisque le pôle de notre section fait avec φ un angle de 90°), ce qui fournit

$$\sin(s - s_1) = \frac{\operatorname{tg} \theta_1}{\operatorname{tg} v_1},$$

où v_1 est l'angle connu de φ avec f_1 et θ_1 l'angle de leurs traces sur notre section.

Cette expression nous donne deux valeurs supplémentaires de $(s-s_1)$, si, désignant par (θ_1) et (v_1) les valeurs absolues de θ_1 et v_1, il est

$$180-(\theta_1)>(v_1)>(\theta_1)$$

ou

$$180-(\theta_1)<(v_1)<(\theta_1),$$

suivant (θ_1) est $<$ ou $>90°$ respectivement, c'est-à-dire si (v_1) est compris entre θ_1 et $180-(\theta_1)$. Soit $(s-s_1)$ la valeur inférieure à 90° le signe algébrique compris; les deux pôles-solutions auront comme coordonnées

$$f' \ldots (+90°, \quad (s-s_1))$$

$$f'' \ldots (-90°, \ -(s-s_1)),$$

car la solution f'', étant tout d'abord

$$(+90°, \ 180-(s-s_1)),$$

prend la susdite forme par la réduction de la colongitude à moins de 90°. Suivant que c'est au pôle de la section, f', f'', ou au pôle de f_1, que l'on veut donner une position déterminée dans l'épure, ainsi on tirera de $s-s_1$ la valeur de s_1 (pour f_1) ou celle de s (pour f' et f'', qui sont placés sur le diamètre vertical à cause de $v=(f\varphi)=90°$).

Si (v_1) n'est pas compris entre (θ_1) et son supplément le problème n'a pas de solution réelle. Si, enfin, $(v_1)=(\theta_1)$ ou $v_1=180-(\theta_1)$, on aura une solution unique

$$(+90°, \ +90°)$$

ou

$$(+90°, \ -90°)$$

respectivement.

En comparant ce cas, traité, comme il vient de l'être, sous le point de vue de la perpendicularité de notre section à une face φ, avec la discussion à laquelle il a été soumis plus haut, où la section était censée appartenir à la zone φ, nous voyons que les formules relatives aux deux points de vue deviennent identiques si l'on fait

$$\theta_1=-\theta_\varphi, \qquad v_1=-v_\varphi.$$

Si, outre la trace de la zone à laquelle appartient notre section, on dispose des traces de deux faces f_1 et f_2 étrangères à cette zone, au lieu d'une seule, on peut: 1. combiner chacune de ces deux traces avec la trace de la zone, déterminant ainsi deux fois la position de la section par la méthode qui vient d'être exposée, aprés quoi l'on prendra la moyenne des deux s et des deux v obtenus, assez voisins si le problème a été bien posé, ou bien: 2. utiliser celle des faces de la zone connue φ, qui appartient en même temps à la zone des deux faces f_1 et f_2; si nous appelons cette face f_3, nous serons alors dans le cas de trois faces f_1, f_2, f_3 en zone, qui a été traité plus haut. Il est facile de déterminer, soit cristallographiquement soit trigonométriquement, la position, dans la zone $[f_1 f_2]$, de la face commune à cette zone et à la zone φ de notre section. Le triple calcul de la section donne une bonne vérification de la position.

*

* *

Nous aurions enfin un dernier cas de disparition des coefficients b et d des puissances impaires de $\cos v$ dans l'équation (6), si, en même temps que

$$\cos s_3 + \operatorname{cotg} v_2 \operatorname{cotg} v_3 = \frac{\cos (f_2 f_3)}{\sin v_2 \sin v_3} = 0$$

ou

$$(f_2 f_3) = \pm 90^\circ,$$

on avait

$$\operatorname{cotg} \theta'' \operatorname{cotg} \theta''' \cos s_3 - \operatorname{cotg} v_2 \operatorname{cotg} v_3 = 0,$$

ce qui exige

$$\operatorname{cotg} \theta'' \operatorname{cotg} \theta''' = -1$$

ou, ce qui est la même chose,

$$\theta''' = \theta'' \pm 90^\circ.$$

Les deux conditions définitives

$$(f_2 f_3) = \pm 90^\circ, \qquad \theta''' - \theta'' = \pm 90^\circ$$

expriment que à l'angle des faces f_2 et f_3 égal à un angle droit correspond un angle $\theta''' - \theta''$ de leurs traces égal aussi à un angle droit.

Or nous pouvons faire plus simplement

$$(f_1 f_2) = v_2 = 90^\circ, \qquad \theta'' = 90^\circ;$$

les coefficients (6') de (6) deviennent alors

$$d = e = 0$$

$$a''' = -(\operatorname{cotg}^2 v_3 + \sin^2 s_3)$$

$$b''' = -2 \sin s_3 \cos s_3 \operatorname{cotg} \theta'''$$

$$c''' = \operatorname{cotg}^2 v_3 - \cos^2 s_3 \operatorname{cotg}^2 \theta''',$$

et l'équation (6) elle-même

$$\cos^2 v \, (a''' \cos^2 v + b''' \cos v + c''') = 0.$$

De même, si l'on avait résolu le système des deux équations (1) et (2), toujours d'après la méthode décrite plus haut, par rapport à $\operatorname{cotg} s$ au lieu de $\cos v$, on aurait trouvé une équation du 4ème degré qui, après qu'on y eût fait $v_2 = \theta'' = 90^\circ$, se serait présentée sous la forme

$$\operatorname{cotg}^2 s \, (\alpha \operatorname{cotg}^2 s + \beta \operatorname{cotg} s + \gamma) = 0,$$

avec les coefficients

$$\alpha = \sin^2 s_3 \operatorname{cotg}^2 \theta''' - \operatorname{cotg}^2 v_3$$

$$\beta = -2 \sin s_3 \cos s_3 \operatorname{cotg}^2 \theta'''$$

$$\gamma = \cos^2 s_3 \operatorname{cotg}^2 \theta''' - \operatorname{cotg}^2 v_3.$$

Ces deux équations sont d'accord avec ce que nous avons dit dans la premiére partie de ce travail à propos de l'isogone de $v_2 = \theta'' = 90^\circ$, qui se réduit aux deux grands cercles projetés suivant les diamètres horizontal et vertical du cercle basal, comme conséquence de la forme

$$\cos v \cos s = 0$$

que prend l'équation (1), et qui est satisfaite par $v = \pm 90^\circ$ avec un s

quelconque ou par $s=90^\circ$ avec un v quelconque. C'est l'équation (2), relative à v_3 et θ''', qui détermine chaque fois la seconde coordonnée, laissée arbitraire par (1).

Les coefficients a''', b''', c''' ne sont que ceux de l'équation (2) quand on y a fait $s=90^\circ$ et remplacé le sinus par le cosinus, par élévation au carré. La résolution de cette équation fournit

$$\cos v = -\frac{\sin s_3 \cos s_3 \operatorname{cotg} \theta''' \pm (\operatorname{cotg} v_3) \sqrt{(1+\operatorname{cotg}^2 v_3) - \cos^2 s_3 (1+\operatorname{cotg}^2 \theta''')}}{\operatorname{cotg}^2 v_3 + \sin^2 s_3},$$

et cette valeur de $\cos v$ mise dans la même équation (2), avec $s=90^\circ$, donne à son tour

$$\sin v = \frac{\cos s_3 \operatorname{cotg} \theta''' (\operatorname{cotg} v_3) \mp \sin s_3 \sqrt{N}}{\operatorname{cotg}^2 v_3 + \sin^2 s_3},$$

où N est comme dans $\cos v$. L'expression de $\sin v$ sert à déterminer le signe de chacune des deux valeurs de v fournies par le cosinus.

Les signes du radical se correspondent dans les deux formules. Si nous nommons v' et v'' les deux solutions en question de v, le signe compris, nous aurons pour les pôles du diamètre horizontal

$$(v', +90^\circ), \qquad (v'', +90^\circ).$$

Pour l'autre solution

$$\cos v = 0, \qquad v = \pm 90^\circ$$

de (1), (2) fournit immédiatement

$$\sin(s - s_3) = \pm \frac{\operatorname{cotg} v_3}{\operatorname{cotg} \theta'''},$$

où les signes correspondent à ceux de $v=\pm 90^\circ$. Ce sont les deux pôles sur le diamètre vertical, qui ont comme condition de réalité

$$(\operatorname{cotg} \theta''') > (\operatorname{cotg} v_3),$$

celle de tout triangle sphérique rectangle où θ''' et v_3 seraient un côté et l'angle opposé. La condition de realité de la valeur de v dans le couple de pôles situés sur le diamètre horizontal est (v. le radical

dans $\cos v$ et $\sin v$)

$$\left(\frac{\sin\theta'''}{\sin v_3}\right) > (\cos s_3),$$

qui représente aussi la condition d'existence de tout triangle sphérique dont θ''' et v_3 sont un angle et le côté opposé, et s_3 le complément d'un autre de ses trois angles.

APPLICATIONS

Nous allons présenter maintenant quelques applications de ces procédés à la détermination des plagioclases.

I. Dans une plaque mince d'une *quartzdiorite biotitique* de la région d'Evora, province Alemtejo (n.° 145 de la collection de la Direction des travaux géologiques de Portugal) le feldspath se trouve être admirablement zoné. Une section, sur laquelle la trace de la base, t_p, se montre indiquée par le clivage, présente, dans le sens rotatif négatif, les angles $(t_p t_x) = 49°,5$ et $(t_p t_y) = 88°$ de la trace de p avec deux traces successives des surfaces limitrophes des couches de croissance. Il s'agit evidemment des traces des faces $x = (\bar{1}01)$ et $y = (\bar{2}01)$, qui appartiennent avec $p = (001)$ à la zone [010]; la section doit être voisine de $M = (010)$, puisque les angles $(t_p t_x)$ et $(t_p t_y)$ mesurés se rapprochent de (px) et (xy) respectivement et que leurs sens rotatifs sont négatifs.

C'est donc le cas de trois faces déterminatives en zone. Les données sont, prenant pour (px) et (py) les moyennes de l'albite et de l'anorthite,

$$f_1 = p, \qquad f_2 = x, \qquad f_3 = y,$$

$$v_2 = (f_1 f_2) = -51°50', \qquad v_3 = (f_1 f_3) = -81°40'$$

$$\theta'' = -49°,5 \ , \qquad \theta''' = -88°.$$

On calcule d'après (10'), au moyen de ces valeurs,

$$\Omega_0 = -0{,}639503, \qquad \Omega_0^2 = 0{,}408965$$

$$\Omega''_0 = -0{,}819160, \qquad \Omega''^2_0 = 0{,}671024$$

$$\Omega'_0 = +0{,}097658, \qquad \Omega'^2_0 = 0{,}009537,$$

ensuite

$$\Omega_0^2 - \Omega_0'^2 - \Omega_0''^2 = -0,271596 \equiv N'$$

$$(\Omega_0^2 - \Omega_0'^2 - \Omega_0''^2)^2 = 0,073765 \equiv N''$$

$$4\,\Omega_0^2\,\Omega_0'^2 = 0,015601 \equiv N'''$$

$$N'' + N''' = 0,089366 \equiv N$$

$$\sqrt{N} = 0,298941$$

$$N' + \sqrt{N} = 0,027345$$

$$\cos^2 v = \frac{N' + \sqrt{N}}{N'''} = \frac{0,027345}{0,015601},$$

et enfin

$$v' = \pm\, 79°\,27'\,52'', \qquad v'' = \pm(180 - v') = \pm\, 100°\,32'\,18''.$$

Au moyen de (13), on obtient maintenant

$$s' = -50°\,7'\,55'', \qquad s'' = +\,50°\,7'\,55''.$$

Les pôles-solutions sont donc, négligeant les fractions de minute,

$$f' \ldots (v' = -\ 79°\,28', \qquad s' = -50°\,8')$$

$$f'' \ldots (v'' = +\,100°\,32', \qquad s'' = +\,50°\,8').$$

(Nous n'avons pas eu besoin de consulter l'équation (1) pour le signe de v' et de v'', car il ne peut pas y avoir de doute sur le sens rotatif des angles des faces de la zone. Il s'agit donc d'une section à pôle supérieur, et le signe de chaque s détermine un signe identique pour son v.)

Il est facile de voir, en portant ces pôles dans la projection stéréographique des données (fig. 4 de la planche), et en faisant tourner la sphère, d'abord autour du diamètre horizontal et ensuite autour du diamètre vertical, de façon à les faire coïncider l'un après l'autre avec le centre du cercle basal, qu'ils remplissent les conditions de ce que les angles des diamètres (projections de grands cercles passant par le

pôle central) vers $p(f_1)$ et $x(f_2)$ d'un côté, et vers $p(f_1)$ et $y(f_2)$ de l'autre, sont respectivement égaux aux angles mesurés θ'' et θ'''.

Pour comparer notre section, au point de vue des propriétés polariscopiques, avec les diagrammes de M. Michel Lévy *(Étude sur la détermination des feldspaths*, etc., tom. I, 1894, planches) il suffit d'employer une methode analogue à celle que nous venons d'utiliser pour vérifier les angles θ'' et θ'''. Nous ne ferons qu'ajouter le pôle $\bar{M}$ qui appartient sensiblement au méridien par le pôle p et par celui de l'axe de zone $[px]$, et se trouve sur ce méridien (projeté ici sur le diamètre horizontal) à une distance angulaire de p égale à 93° 55′.

Nous ferons tourner ensuite la sphère successivement de 86° 5′ autour du diamètre vertical pour amener $\bar{M}$ sur le 180° du cercle basal, et de 26°,5 environ autour du diamètre horizontal pour amener p sur la position qu'occupe le pôle de la base dans la projection ordinaire des feldspaths. En faisant accomplir à tous les pôles inscrits ces deux rotations, on finira par obtenir un diagramme comparable à ceux de M. Michel-Lévy au point de vue des angles d'extinction, etc. Les pôles de cette nouvelle position se trouvent, dans notre figure, enveloppés de deux petits ronds; les nouvelles coordonnées de f' et f'', rapportées à M comme origine des colatitudes, et à un méridien origine des colongitudes tel, que p ait une colongitude de +63°,5, sont, environ,

$$\text{pour } f' \ldots v' = -138°,5, \qquad s' = -46°,5,$$

$$\text{pour } f'' \ldots v'' = +140°\ , \qquad s'' = -38°,5.$$

(Ce dernier étant un pôle inférieur, c'est son opposé $\bar{f''}$ qui a été inscrit dans le diagramme.)

Le feldspath de cette roche est, comme dans la plupart des diorites de cette région, multiplement zoné. Cet individu, tout particulièrement, présente une succession de cinq zones de compositions différentes, avec acidité croissante du centre vers la périphérie; mais ce n'est pas le noyau même qui est le plus basique. Ce noyau est rongé et déchiqueté, sans contours cristallographiques, mais il est moins basique que la substance feldspathique qui l'entoure, et qui présente déjà les contours cristallographiques de toutes les couches suivantes. A cette *première* zone se succède une seconde qui éteint la lumière polarisée en même temps que le susdit noyau, et qui partant en a la composition chimique; ensuite la 3ème, la 4ème et la 5ème zone. Le phénomène du noyau rongé, moins basique que la substance qui l'entoure, est bien connu

depuis que *Fr. Becke* l'a étudié dans les feldspaths de la *Tonalite* des Rieserferner (*Tschermack's Mineral. u. petrograph. Mittheilungen*, XIII). Il est probable que le noyau s'étant trouvé trop acide après changement des conditions sous lesquelles il s'était formé, ait été attaqué par le magma, et entouré, dans les progrès de la cristallisation, par une substance plus basique, la seule possible dans les conditions du moment. Plus tard ces conditions sont devenues propices à la cristallisation et à la stabilité de la substance du noyau, qui forme la seconde couche à contours cristallographiques.

Les angles d'extinction observés (vibration négative contre trace de *p*) étaient:

I zone (entourant le noyau).............	+24°
II zone (extinction simultanée du noyau)...	+ 9
III zone	+ 3 ,5
IV zone	— 5 ,5
V zone (externe)....................	— 3

On voit aussi que la zone externe est un peu moins acide que la précédente.

Comme les diagrammes de Michel Lévy donnent les angles d'extinction rapportés à la trace de *M* et non pas de *p*, il faut d'abord opérer cette réduction. On trouve, sur la planche VIII de l'œuvre citée, que l'angle des traces de *M* et *p* est, pour notre pôle *f'*, de +71°, et de +86° pour le pôle *f''* (il est donc de —86° pour le pôle opposé $\overline{f''}$ situé sur la demi-sphère supérieure).

Nous aurions donc pour les angles d'extinction rapportés à la trace de *M*,

	I	II	III	IV	V
pour le pôle *f'*...	—85°	+80°	+74°,5	+65°,5	+68°,
et pour le pôle *f''*...	—70	—85	+89 ,5	+80 ,5	+83 .

Il est facile de voir, en comparant ces angles d'extinction avec ceux qu'on trouve dans les épures de Michel-Lévy à l'endroit des pôles *f'* et $\overline{f''}$ (opposé à notre *f''*), qu'il ne peut pas être question du pôle *f'*. Mais on trouve sur la planche IV, Andésine Ab_5An_3, pour le pôle $\overline{f''}$, un angle d'extinction d'environ +85° qui est justement celui de la zone II (—85° pour *f''* même). La zone I est constituée par un mélange un peu plus basique que II, sans cependant approcher le labrador, dont l'angle d'extinction au pôle $\overline{f''}$ est inférieur à +60°.

La zone IV, la plus acide, malgré la grande différence entre l'angle d'extinction de cette zone et celui de I, ne s'écarte pas beaucoup, comme composition, de celle-ci, puisque son angle d'extinction est loin d'atteindre l'oligoclase $Ab_3 An_1$ de la planche III de Michel Lévy, qui, pour le pôle $\overline{f''}$, présente déjà un angle d'extinction de — 60°.

Nous sommes ainsi arrivés à déterminer, sans ambiguïté, la composition chimique approchée des couches du grain de feldspath en question, autant que notre connaissance actuelle de cette famille nous le permet, et nous avons vu que, malgré l'écart des angles d'extinction observés (29°,5 au total pour les deux couches extrêmes), la composition des couches ne varie pas autant qu'on serait tenté de le croire à la simple inspection de l'écart dans les angles d'extinction. La détermination de la position cristallographique de la section, dans les cas où elle se fait simplement, apporte donc un haut degré de précision dans ces sortes de travaux, trop haut peut-être pour l'état de nos connaissances sur les plagioclases.

*

* *

II. C'est encore le cas de trois faces en zone que nous retrouvons dans cette application à un plagioclase d'un quartzporphyr des environs de Fronteira, Alemtejo, n.° 194 de la collection de la Direction des travaux géologiques. La fig. 2 reproduit à peu près la sec-

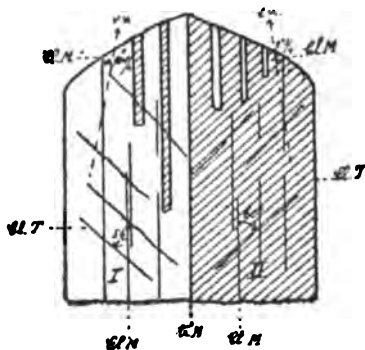



Fig. 2

tion, telle qu'elle se présente sous le microscope (abstraction faite d'une couche étroite extérieure à position d'extinction différente de celle du noyau), avec clivage brachipinacoïdal et prismatique, et directions des vibrations négatives (v. n.) dans les deux individus I et II qui consti-

tuent la macle albitique, et qui s'entrecroisent au milieu, en haut, par quelques lamelles étroites. Les angles d'extinction observés et notés dans la figure,

$$+10^\circ\,{}^1/_4 \text{ pour I}$$

et

$$-\ 8^\circ\,{}^3/_4 \text{ pour II},$$

sont ceux du noyau, qui est, de beaucoup, plus étendu que l'encadrement.

Nous attribuons tout d'abord le clivage prismatique à T (et non pas à l), qui est bien la face du clivage prismatique imparfait des plagioclases; cela nous permet de reconnaître que le pôle de la section, dans I, se trouve du même côté du cercle de la zone prismatique [001] que le pôle de la base supérieure, (001); c'est-à-dire que le pôle de I est un pôle supérieur, tandis que celui de II est inférieur. C'est particulièrement de I que nous nous occuperons.

Les angles (Ml) et ($\bar{M}T$) étant égaux pour l'albite et peu différents pour les autres plagioclases, on peut sans grande erreur prendre la face T de l'individu II pour la face l de l'individu I. Nos données seront alors

$$f_1 = M, \qquad f_2 = l, \qquad f_3 = T$$

$$v_2 = (f_1 f_2) = 60^\circ\,20', \qquad v_3 = (f_1 f_3) = 180^\circ - 60^\circ\,20' = 119^\circ\,40',$$

et les angles des traits de clivage, relatifs à v_2 et v_3:

$$\theta'' = 60^\circ, \qquad \theta''' = 124^\circ.$$

En procédant comme dans la première application (il est inutile de décrire de nouveau le calcul), on obtient pour la colatitude

$$v' = \pm\, 84^\circ\,3'\,47'', \qquad v'' = \pm\, 95^\circ\,56'\,13'',$$

et pour la colongitude

$$s' = +\,64^\circ\,50'\,35'', \qquad s'' = -\,64^\circ\,50'\,35''.$$

Les coordonnées des pôles qui satisfont les données sont donc, pour I,

$$f'_1 \ldots v' = +\,84^\circ\ \ 4', \qquad s' = +\,64^\circ\,50',5$$

$$f''_1 \ldots v'' = -\,95^\circ\,56', \qquad s'' = -\,64^\circ\,50',5$$

Le diagramme afférent à cette application (fig. 5 de la planche) est immédiatement comparable à ceux de Michel-Lévy, la zone du cercle basal étant identique dans les deux projections, et les susdits pôles peuvent être portés directement dans les épures des feldspaths au moyen de leurs coordonnées.

Nous disposons ici d'un élément de détermination, ou plutôt de distinction entre les deux solutions obtenues, qui est très important et se présente fréquemment. C'est le fait de ce que la bissectrice négative emmerge obliquemment dans le champ du microscope transformé en appareil de polarisation à lumière convergente, et cela aussi bien pour l'individu I que pour II, ce qui est tout naturel la section étant voisine de la zone de symétrie de la macle albitique.

Il n'y a donc le moindre doute qu'il s'agit d'un mélange intermédiaire entre l'andésine Ab_3An_2 et le labrador Ab_1An_1 dans lesquels les angles d'extinction pour le pôle f''_I sont respectivement de $+9^\circ \frac{1}{2}$ et de $+18^\circ \frac{1}{4}$. Si l'on construit sur du papier quadrillé la courbe des extinctions, pour ce pôle, depuis l'oligoclase Ab_4An_1 ($+2^\circ$), en passant par l'oligoclase Ab_3An_1 ($+5^\circ \frac{1}{2}$), par l'andésine et par le labrador Ab_1An_1, jusqu'au labrador basique Ab_3An_4 ($+29^\circ$), on trouve que l'ordonnée de $+10^\circ \frac{1}{4}$ correspond à l'abscisse de 40 (40% An) environ, ce qui donnerait pour notre plagioclase la composition Ab_3An_2.

Nous disposons, comme contrôle, de l'angle d'extinction sur l'individu II, dont le pôle f''_{II} est l'opposé de celui ($\overline{f''}_{II}$) qui est symétrique de f''_I par rapport à la face (010). Ce pôle $\overline{f''}_{II}$, dont les coordonnées sont evidemment

$$v = -84^\circ 4', \qquad s = -64^\circ 50',5,$$

possède les angles d'extinction suivants, pour les plagioclases depuis Ab_4An_1 jusqu'à Ab_3An_4,

Ab_4An_1	$-1^\circ \frac{1}{4}$
Ab_3An_1	0°
Ab_5An_3	$+6^\circ \frac{1}{2}$
Ab_1An_1	$+18^\circ$
Ab_3An_4	$+34^\circ \frac{1}{2}$.

Si nous construisons encore, sur du papier quadrillé, la courbe des extinctions sur ce pôle, nous observons de nouveau que à l'abscisse de 40 (40% An) correspond une ordonnée entre 8° et 9°, ce

qui est tout-à-fait d'accord avec la mesure faite, de — $8^{\circ}\,{}^{3}/_{4}$, pour le pôle f''_{II} opposé de $\bar{f}''_{II}$. (V. page 109.)

La bordure, avec son angle d'extinction inférieur, se rapporte naturellement à un mélange plus acide, facile de déterminer dés que l'on connaît la situation du pôle de la section.

*

* *

III. Le cas que nous allons traiter est d'une application très fréquente. C'est celui d'une section d'une macle albitique sur laquelle sont visibles les traces (traits de clivage) des bases *p* des deux individus, chacune dans les lamelles ou parties de l'individu à laquelle elle appartient; cela fait, avec la trace du plan de macle *M*, les trois traces de trois faces en zone, dont les angles sont connus. Au premier abord, on pourrait croire que la trace de la base de l'un de ces individus n'a pas de signification dans l'autre; mais il faut tenir compte de ce que, le plan de section étant unique, on peut regarder la section comme occupée par un seul individu, et, en même temps, de ce que la base de chacun d'eux est un plan de position cristallographique connue dans l'autre ($(001)_{II}$ appartient à la zone $[100]_I$ et fait avec $(001)_I$ un angle égal à deux fois l'angle $(010)_I:(001)_I$).

Un micaschiste gneissique à deux micas des environs de Villa-da-Feira (n.° 215 de notre collection) présente un plagioclase d'une grande fraîcheur, à larges quoique peu nombreuses lamelles maclées suivant la loi de l'albite, parfois même à simple contact des deux individus. La fig. 3 reproduit le schema d'une section observée, au moyen de la-

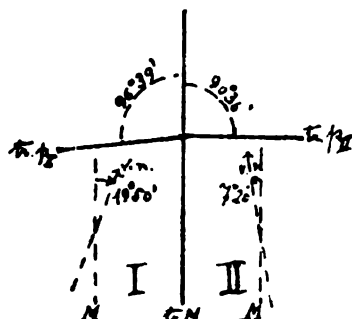



Fig. 3

quelle nous allons tacher de déterminer la nature du plagioclase de cette roche. Nous distinguons les deux individus qui prennent part à la construction de notre grain par I et II, tout en faisant remarquer que I aurait pu tout aussi bien être placé à droite de II ; c'est ce qui prendrait place, en effet, si l'on faisait tourner la figure de 180° dans son plan. Cela tient, comme il a été dit plus haut, à ce que rien ne nous permet, tout d'abord, d'orienter la section dans son plan même.

Les données sont donc, pour l'individu I,

$$f_1 = M_{II}, \qquad f_2 = p_I, \qquad f_3 = \bar{p}_{II},$$

$$v_2 = (f_1 f_2) = 86^\circ 5', \qquad v_3 = (f_1 f_3) = 180^\circ - 86^\circ 5' = 93^\circ 55'$$

$$\theta'' = +83^\circ 21', \qquad \theta''' = +90^\circ 36',$$

ces derniers angles (θ'' et θ''') ayant été mesurés plusieurs fois, et les moyennes utilisées étant, par conséquent, assez exactes.

En faisant les calculs décrits dans la partie théorique et dans l'application I, on arrive d'abord à

$$\cos v = \pm n (\log = 9{,}594397),$$

qui fournit

$$v' = \pm 66^\circ 51',5, \qquad v'' = \pm 113^\circ 8',5,$$

et ensuite, au moyen de (13), à

$$\operatorname{tg} s = \mp n (\log = 0{,}869663),$$

qui donne à son tour

$$s' = -82^\circ 13',5, \qquad s'' = +82^\circ 18',5.$$

En introduisant les couples (v', s'), (v'', s''), chacun à son tour, dans (1), on trouve enfin comme solutions définitives

$$f' \ldots v' = - \ 66^\circ 51',5, \qquad s' = -82^\circ 18',5$$

$$f'' \ldots v'' = +113^\circ \ 8',5, \qquad s'' = +82^\circ 18',5.$$

Ce sont ces deux pôles qu'on trouve inscrits dans l'épure de la fig.

6 de la planche, en même temps que les pôles M_I, p_I, $\bar{p}_{II}$; ils sont entourés d'un seul petit rond pour la position initiale servant de base au calcul. En faisant tourner la sphère autour du diamètre horizontal, de 63°,5 dans le sens (positif) du mouvement des aiguilles d'une montre pour un observateur placé sur le pôle 0°, on amène p dans la position ordinaire du pôle de la base dans les projections des plagioclases (plan de projection normal à l'arête [001]); dans la nouvelle position les coordonnées de f' et f'' deviennent

$$f' \ldots v' = - \ 66^\circ 51',5, \qquad s' = -18^\circ 48',5$$

$$f'' \ldots v'' = -113^\circ \ 8',5, \qquad s'' = -34^\circ 11',5.$$

Les v sont restés les mêmes (au signe de v'' près, parce que, s'' étant devenu tout d'abord $>90^\circ$, on a dû prendre son supplément), et les s résultent des primitifs par l'addition de la rotation de $+63^\circ,5$ autour de la normale de M, par laquelle on a amené p dans la position ordinaire. Les pôles de cette position définitive sont entourés de deux petits ronds.

Nous passons maintenant à la détermination du plagioclase au moyen des angles d'extinction comparés avec ceux des épures de M. L. Nous construisons à cette fin, sur du papier quadrillé au millimètre, les courbes des angles d'extinction sur les pôles f' et f'' et sur leurs symétriques, $\overline{f'}$ et $\overline{f''}$, à l'égard du plan de macle M, en portant la teneur en anorthite sur l'axe horizontal des abscisses ($1\,mm = 1\,\%\,An$) et l'angle d'extinction sur l'axe vertical des ordonnées ($1\,mm = 1^\circ$). Les susdites épures des feldspaths ne permettent pas de déduire, avec assez d'exactitude, des angles d'extinction marqués aux pôles d'intersection des méridiens et des parallèles de dix en dix degrès, celui d'un pôle intermediaire quelconque; on aura, pour chaque pôle et chaque mélange, à amener le susdit pôle, par des rotations convenables successives autour des diamètres horizontal et vertical, sur le centre du cercle basal, et à mesurer l'inclinaison de la bissectrice de l'angle que forment entre eux les deux rayons vers les axes optiques, sur le diamètre vertical, représentatif de la trace de M; c'est le procédé employé par l'auteur même des épures pour la détermination des angles d'extinction aux intersections des meridiens et des parallèles de dix en dix degrés. C'est ainsi que l'on trouve les angles d'extinction notés dans les deux petits tableaux suivants:

	f'_I	$\overline{f'}_{II}$
Ab................	$-20°$	$+14°,5$
Ab_4An_1............	$+\ 0°,5$	$+\ 0°,75$
Ab_3An_1............	$+12°$	$-\ 3°$
Ab_8An_3............	$+26°,75$	$-13°,75$

	f''_I	$\overline{f''}_{II}$
Ab................	$-\ 7°,5$	$+18°$
Ab_4An_1............	$+\ 7°$	$+\ 5°,5$
Ab_3An_1............	$+13°$	$+\ 1°,75$
Ab_8An_3............	$+19°,25$	$-23°,75$

C'est au moyen de ces valeurs et en reliant les extrémités des ordonnées par un trait continu, que l'on construit les courbes des angles d'extinction sur du papier quadrillé, auxquelles on a fait allusion plus haut.

D'après les valeurs de ces angles il est inutile de pousser les recherches au delà de l'andésine. Les angles d'extinction sur notre section étant de

$$\overset{\text{I}}{+19°50'}, \qquad \overset{\text{II}}{-7°20'},$$

il ne peut s'agir évidemment que du pôle f' pour un mélange entre l'oligoclase Ab_3An_1 et l'andésine. Les courbes des angles d'extinction montrent en effet que, pour le mélange à 30 % An (abscisse de 30mm) on a des ordonnées de $+20$ ($+20°$) dans la courbe relative à f'_I et de $-7,5$ ($-7°,5$)) dans la courbe de $\overline{f'}_{II}$.

Pour plus de clarté, nous avons rapporté la résolution du problème à l'individu I. Au fait, la résolution est commune aux deux individus, comme il était à prévoir, puisque la section est unique dans l'espace et les deux individus son symétriques l'un de l'autre à l'égard d'un plan commun. Le pôle f' est donc celui de la section *commune* des deux individus; par la rotation qui amène p_I en p_n (position ordinaire du pôle de la base) f' est amené en f'_n qui est par conséquent le pôle, dans la projection ordinaire, de la section regardée comme appartenant à l'individu I. En effet ce pôle p_I, que nous avons fait coïncider avec p_n, est celui de la base de l'individu I, puisqu'il fait avec M l'angle de 86° 5′, correspondant à l'angle +83° 21′ des traces de M et p dans cet individu I lui-même.

Si, au contraire, on faisait tourner la sphère autour du diamètre

horizontal, dans le sens rétrograde, de $-116°,5$, ce serait le pôle p_{II} de la base de l'individu II qui viendrait occuper la position ordinaire p_{n}, et la nouvelle position de f', qui serait donnée par les coordonnées

$$v' = +66° 51',5, \qquad s' = -18° 48',5$$

(celles d'un pôle inférieur), serait celle du pôle de notre section, regardée comme appartenant à l'individu II. Ce pôle est, en effet, symétrique de f'_{n} par rapport au diamètre horizontal (normale de M), comme il est facile de vérifier en comparant leurs coordonnées.

*

* *

IV. Dans cette quatrième application, nous allons nous servir des formules pour le cas dans le quel on connaît une zone de la section à déterminer. C'est une section d'un plagioclase maclé selon la loi de l'albite; l'individu de droite est traversé par deux lamelles orientées comme l'individu de gauche, ou, si l'on veut, appartenant à celui-ci (v. fig. 4).

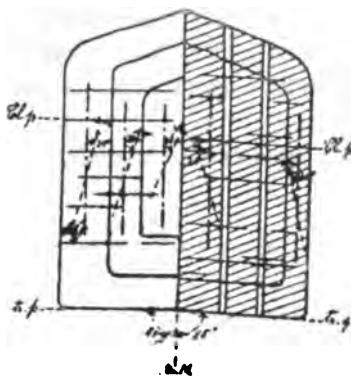



Fig. 4

Ce feldspath est zoné. L'individu de gauche présente trois couches d'acidité croissante vers l'extérieur; celui de droite ne présente pas la couche interne (il a commencé à se former plus tard contre la face M de l'individu de gauche), mais il présente les deux autres couches, moyenne et extérieure. Les angles d'extinction, mesurés à partir de la trace de M jusqu'à la direction de la vibration négative, et comptés positifs, comme toujours, dans le sens rotatif droit, sont:

	Indiv. de gauche	Indiv. de droite
Couche interne	+35°	—
» moyenne	+28°	—26°
» externe	+21°	—20°.

Malgré les petites différences de 1° et 2°, il n'y a aucun inconvénient pour la détermination approchée (la seule possible) du plagioclase en question, au moyen des propriétés polariscopiques, à regarder la section comme appartenant à la zone de la normale de *M*. Il se peut aussi qu'il y ait de petites différences dans la composition des couches, de côté et d'autre du plan de macle. Du reste, on observe que les traces du clivage suivant la base *p* font avec la trace de *M* des angles de 85°,5 et de 85° dans l'individu de gauche et dans celui de droite respectivement, ce qui prouve, en même temps que les angles d'extinction observés, que la section appartient très-approximativement à la susdite zone.

On pourrait, il est vrai, résoudre ce cas au moyen des formules pour trois faces déterminatives en zone, en tenant compte alors des petites différences dans les angles d'extinction et dans les angles des traces de *M* et de *p* dans les deux individus (v. l'application précédente). Mais on n'obtiendrait pas assurément des résultats sensiblement différents, quoique avec bien plus de peine que nous n'aurons en admettant que notre section appartient à la zone de symétrie de la macle de l'albite.

Nous n'avons qu'à appliquer la formule

$$\sin(s - s_1) = \frac{\operatorname{tg} \theta_1}{\operatorname{tg} v_1}$$

du haut de la page 100, en posant

$$v_1 = -86°, \qquad \theta_1 = +85°,5,$$

et

$$s_1 = -116°,5,$$

afin d'obtenir immédiatement la projection sur le plan de la zone [001] (plan de projection ordinaire des plagioclases et, en général, des minéraux tricliniques).

On a donc

$$s - s_1 = -62° 41'$$

d'où

$$s' = \quad (s - s_1) + s_1 = -179°\ 11'$$

$$s'' = -(s - s_1) + s_1 = -\ 53°\ 49',$$

et, toujours d'après les expressions de la page 100, les pôles

$$f' \ldots v' = -90°, \qquad s' = +\ 0°\ 49'$$

$$f'' \ldots v'' = -90°, \qquad s'' = -53°\ 49',$$

dont ce dernier est supérieur et f' inférieur. (Le résultat aurait été absolument identique si, au lieu de $v_1 = -86°$ on avait posé $v_1 = +86°$: car $(s - s_1)$ serait alors positif et égal à 62° 41', mais s_1 deviendrait égal à + 63° 41'. Il n'y a que le signe de θ_1 qui doit être celui qu'on observe sous le microscope, si l'on veut obtenir un résultat exact.)

Outre les angles d'extinction inscrits plus haut, nous avons ici une donnée importante pour la détermination de notre section et du mélange plagioclasique. C'est l'émergence de la bissectrice négative sous un angle d'environ 10°, dans l'air, avec la normale de la section.

Au moyen des épures de M. L. on déduit pour les angles d'extinction sur le pôle f'' les grandeurs suivantes:

Ab_3An_1	+ 3°
Ab_8An_3	+ 11° 40'
Ab_1An_1	+ 22° 50'
Ab_3An_4	+ 36° 50'
An	+ 49° 20'.

En construisant sur du papier quadrillé la courbe jalonnée par ces angles, on trouve pour les trois couches de l'individu de gauche:

Couche externe......	(+ 21°)	48 % An
» moyenne	(+ 28°)	53,5 % An
» interne......	(+ 35°)	56,5 % An.

La composition des couches varie entre le labrador Ab_1An_1 (environ) et le labrador basique Ab_3An_4, pour lesquels le pôle f'' est en effet très voisin du plan normal à la bissectrice négative. Il ne peut

subsister aucun doute à l'égard du pôle de notre section: c'est bien f'', et non pas f' qui s'écarte beaucoup de ce plan principal de l'ellipsoïde optique.

Si l'on avait fait $s_1 = +63°,5$ au lieu de $s_1 = -116°,5$, c'est l'individu de droite qui serait venu occuper la position ordinaire dans la projection, et le pôle f'' donnerait alors la situation du pôle de la section dans cet individu:

$$v'' = +90°, \qquad s'' = -53° 49'.$$

La roche qui contient ce feldspath est une porphyrite quartzifère à biotite (Glimmerporphyrit, quartzführend, dans la nomenclature de Mr. Rosenbusch), et a été recueillie près de Fronteira, province Alemtejo. Elle porte le n.° 149 dans la collection pétrographique de la Direction des travaux géologiques.

*

* *

L'étude de ce feldspath m'a permis de faire une remarque que d'autres ont sans doute faite avant moi, mais que je n'ai pas encore trouvée dans les publications pétrographiques. Elle se rapporte à la distinction entre les albite-oligoclases et les oligoclase-andésines dans des sections voisines du plan normal à la bissectrice négative; je prends, comme limite entre les deux séries, l'oligoclase pour laquelle l'angle entre la trace de *M* et la direction de la vibration négative, sur le plan normal à la bissectrice négative, est de 0°.

En effet, si l'on consulte la planche VIII de l'œuvre de M. Michel-Lévy, on trouve que, aux abords de cette bissectrice, l'angle aigu de la trace de *M* avec la trace de *p*, compté de celle de *M* vers celle de *p*, est positif, c'est-à-dire du même sens que le mouvement des aiguilles d'une montre pour un observateur confondu avec la normale de la section et debout sur la sphère. Or, tandis que pour les albite-oligoclases l'angle d'extinction sur ces sections est négatif, il est positif pour les oliglase-andésines.

Ceci tant que l'on considère le pôle supérieur de la bissectrice. Pour le pôle inférieur le changement de signe a lieu pour les deux angles, et l'on peut dire dans tous les cas: la trace de *p* et la direction de la vibration négative sont dirigées du même côté de la trace de *M* pour les oligoclase-andésines, et de côtés différents pour les albite-oligoclases.

Il est donc facile, toutes les fois que l'on a, sur les sections à peu près normales à la bissectrice négative et qui sont relativement fréquentes, la trace de la base p, de distinguer les feldspaths plus acides que l'oligoclase à angle d'extinction zéro des feldspaths plus basiques que ce mélange.

(Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que, dans la susdite planche VIII de l'oeuvre citée, les deux courbes en haut, à droite, sont marquées de —80, —70 au lieu de +80, +70 comme il convient, ce qui est justement très important pour cette région environnant la bissectrice négative.

Note I.—Soit $\varphi\equiv(v_\varphi,\ s_\varphi)$ le pôle de l'axe de la zone déterminée par les deux faces $f_3\equiv(v_3,\ s_3)$ et $f_4\equiv(v_4,\ s_4)$.

Le triangle sphérique $(f_1 f_3 \varphi)$, avec le côté $(f_3\varphi)=90°$, fournit

$$(1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{cotg} v_\varphi = -\cos[\pm(s_\varphi - s_3)] \operatorname{tg} v_3,$$

et, de même, le triangle $(f_1 f_4 \varphi)$

$$(2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{cotg} v_\varphi = -\cos[\pm(s_\varphi - s_4)] \operatorname{tg} v_4.$$

Ces expressions sont des conséquences de la formule générale pour la distance sphérique de deux pôles dans notre système de coordonnées:

$$\cos d = \cos v_\varphi \cos v_3 + \sin v_\varphi \sin v_3 \cos(s_\varphi - s).$$

En y faisant $d=90°$, on obtient (1), après division par $\sin v_\varphi$.

Si la face f_4 a son pôle sur le cercle basal, en l'appelant f_2, l'expression (2) devient

$$(3) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{cotg} v_\varphi = -\cos s_\varphi \operatorname{tg} v_2,$$

car $s_2=0$.

L'élimination de v_φ entre (1) et (2) fournit

$$(4) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{tg} s_\varphi = \frac{\operatorname{tg} v_3 \cos s_3 - \operatorname{tg} v_4 \cos s_4}{\operatorname{tg} v_4 \sin s_4 - \operatorname{tg} v_3 \sin s_3}.$$

Cette expression nous permet de calculer la colongitude s_φ du pôle de l'axe de zone au moyen des coordonnées de deux de ses faces. Si l'on combine (1) avec (3), on obtient plus simplement, à cause de $s_2 = 0$,

$$(5) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{tg} s_\varphi = -\frac{\cos s_3 - \operatorname{tg} v_2 \operatorname{cotg} v_3}{\sin s_3}.$$

On déduit de (5)

$$(5') \quad \ldots \cos^2 s_\varphi = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 s_\varphi} = \frac{\sin^2 s_3 \operatorname{cotg}^2 v_2}{\operatorname{cotg}^2 v_2 + \operatorname{cotg}^2 v_3 - 2 \operatorname{cotg} v_2 \operatorname{cotg} v_3 \cos s_3}$$

et, ensuite, de (3),

$$(6) \quad \ldots\ldots \operatorname{tg}^2 v_\varphi = \frac{\operatorname{cotg}^2 v_2 + \operatorname{cotg}^2 v_3 - 2 \operatorname{cotg} v_2 \operatorname{cotg} v_3 \cos s_3}{\sin^2 s_3} = \frac{\Omega^2}{\sin^2 s_3},$$

une expression qui fournit l'autre coordonnée, v_φ, du pôle de l'axe de la zone $[f_2 f_3]$, et qui démontre, en même temps que (5), l'exactitude des formules de la page 95.

Mais on peut calculer v_φ beaucoup plus simplement à l'aide de l'angle $(f_2 f_3)$ lui-même. L'expression (5') fournit

$$\cos^2 v_\varphi = \frac{\sin^2 s_3 \operatorname{tg}^2 v_2 \operatorname{tg}^2 v_3}{(1 + \operatorname{tg}^2 v_2)(1 + \operatorname{tg}^2 v_3) - (1 + \operatorname{tg} v_2 \operatorname{tg} v_3 \cos s_3)^2} =$$

$$= \frac{\sin^2 s_3 \sin^2 v_2 \sin^2 v_3}{1 - (1 + \operatorname{tg} v_2 \operatorname{tg} v_3 \cos s_3)^2 \cos^2 v_2 \cos^2 v_3}.$$

Or, il est d'autre part

$$(7) \quad \ldots\ldots\ldots \cos(f_2 f_3) = \cos v_2 \cos v_3 + \sin v_2 \sin v_3 \cos s_3$$

ou

$$(8) \quad \ldots\ldots\ldots \cos(f_2 f_3) = \cos v_2 \cos v_3 (1 + \operatorname{tg} v_2 \operatorname{tg} v_3 \cos s_3);$$

donc:

$$(9) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \cos v_\varphi = \pm \frac{\sin s_3 \sin v_2 \sin v_3}{\sin(f_2 f_3)}.$$

On peut même calculer v_φ sans utiliser s_3. En effet, on obtient facilement, au moyen de (9) et de (7),

$$(10) \ldots\ldots \sin^2 v_\varphi = \pm \frac{\cos^2 v_2 + \cos^2 v_3 - 2\cos v_2 \cos v_3 \cos(f_2 f_3)}{\sin^2(f_2 f_3)},$$

où v_2, v_3, $(f_2 f_3)$ sont les trois côtés du triangle sphérique $(f_1 f_2 f_3)$ des pôles des trois faces déterminatives.

Ensuite (3) fournit

$$\cos s_\varphi = - \operatorname{cotg} v_\varphi \operatorname{cotg} v_2,$$

et (10)

$$\cos^2 s_\varphi = \frac{\sin^2(f_2 f_3) - (\cos^2 v_2 + \cos^2 v_3 - 2\cos v_2 \cos v_3 \cos(f_2 f_3))}{\cos^2 v_2 + \cos^2 v_3 - 2\cos v_2 \cos v_3 \cos(f_2 f_3)}.$$

Toutes ces formules deviendraient applicables à un $f_2 \equiv (v_2, s_2)$ avec $s_2 \gtrless 0$, si au lieu de s_3 et s_φ on mettait partout $(s_3 - s)$ et $(s_\varphi - s)$ respectivement.

Il est facile maintenant de voir comment on peut exprimer $\operatorname{tg} s$ (d'après (3) du texte) en fonction des coordonnées du pôle de l'axe de la zone $[f_2 f_3]$. Divisant les deux termes de la fraction par $\sin v_3$ et ajoutant et retranchant dans le dénominateur $\cos s_3 \operatorname{cotg} \theta''$ on obtient

$$\operatorname{tg} s = \frac{\cos v \dfrac{\cos s_3 - \operatorname{tg} v_2 \operatorname{cotg} v_3}{\sin s_3} - \operatorname{cotg} \theta'''}{-\cos v - \operatorname{cotg} \theta'' \dfrac{\cos s_3 - \operatorname{tg} v_2 \operatorname{cotg} v_3}{\sin s_3} + \operatorname{cotg} s_3 \Omega''_0},$$

et, d'après (5) de cette note,

$$\operatorname{tg} s = \frac{-\cos v \operatorname{tg} s_\varphi - \operatorname{cotg} \theta'''}{-\cos v + \operatorname{cotg} \theta'' \operatorname{tg} s_\varphi + \operatorname{cotg} s_3 \Omega''_0},$$

où $\Omega''_0 = \operatorname{cotg} \theta'' - \operatorname{cotg} \theta'''$, comme dans le texte.

Si $\Omega''_0 = 0$ (le cas d'une section appartenant à une zone connue à trace donnée), cette expression prend la forme

$$\operatorname{tg} s = \frac{-\cos v \operatorname{tg} s_\varphi - \operatorname{cotg} \theta''}{-\cos v + \operatorname{cotg} \theta'' \operatorname{tg} s_\varphi},$$

où toutes les données, excepté θ'', sont englobées sous $\operatorname{tg} s_\varphi$.

Pour ce qui regarde les coefficients de l'équation générale du 4^{ème} degré ((6') et (6) du texte) on peut aussi les exprimer en v_φ, s_φ et s_3 comme $\operatorname{tg} s$, mais ils n'en deviennent pas plus simples, si ce n'est pourtant a, qui prend la forme:

$$a = -(\Omega^2 + \sin^2 s_3) = -\sin^2 s_3 \left(1 + \frac{\Omega^2}{\sin^2 s_3}\right),$$

ou

$$a = -\sin^2 s_3 (1 + \operatorname{tg}^2 v_\varphi) = -\frac{\sin^2 s_3}{\cos^2 v_\varphi},$$

car le numérateur de $\operatorname{tg}^2 v_\varphi$ ((6) de cette note) est justement le Ω^2 du texte.

Note II.—Les résultats généraux contenus dans les pages 79 à 83 sont susceptibles d'une exposition simple et élégante que nous nous permettons de présenter au lecteur, tout en y ajoutant quelques considérations intéressantes.

Nous pouvons écrire les équations (1), (2) et (7) sous les formes:

$$(\mathrm{I}) \ldots\ldots \left\{\begin{array}{l} \sin s \operatorname{cotg} \theta'' + \cos s \cos v - \sin v \operatorname{cotg} v_2 = 0 \\ \sin s \cdot \alpha \quad + \cos s \cdot \beta \quad - \sin v \operatorname{cotg} v_3 = 0 \\ \sin s \cdot \alpha' \quad + \cos s \cdot \beta' \quad - \sin v \operatorname{cotg} v_4 = 0, \end{array}\right.$$

où l'on a fait

$$\alpha = \cos s_3 \operatorname{cotg} \theta''' + \sin s_3 \cos v, \qquad \beta = \cos s_3 \cos v - \sin s_3 \operatorname{cotg} \theta'''$$

$$\alpha' = \cos s_4 \operatorname{cotg} \theta^{IV} + \sin s_4 \cos v, \qquad \beta' = \cos s_4 \cos v - \sin s_4 \operatorname{cotg} \theta^{IV}.$$

Le système (I) fournit immédiatement

$$(\mathrm{II}) \ldots\ldots \begin{vmatrix} \operatorname{cotg} \theta'' & \cos v & \operatorname{cotg} v_2 \\ \alpha & \beta & \operatorname{cotg} v_3 \\ \alpha' & \beta' & \operatorname{cotg} v_4 \end{vmatrix} = 0,$$

et

$$(\mathrm{III}) \ldots\ldots \left\{ \frac{\sin s}{\cos s / \sin v} = \frac{\operatorname{cotg} v_3 \cos v - \operatorname{cotg} v_2 \cdot \beta}{\operatorname{cotg} v_2 \cdot \alpha - \operatorname{cotg} v_3 \operatorname{cotg} \theta'' / \cos v \cdot \alpha - \operatorname{cotg} \theta'' \cdot \beta} \right.,$$

$$(\mathrm{III}') \ldots\ldots \left\{ \frac{\sin s}{\cos s / \sin v} = \frac{\operatorname{cotg} v_4 \cos v - \operatorname{cotg} v_2 \cdot \beta'}{\operatorname{cotg} v_2 \cdot \alpha' - \operatorname{cotg} v_4 \operatorname{cotg} \theta'' / \cos v \cdot \alpha' - \operatorname{cotg} \theta'' \cdot \beta'} \right.,$$

$$(\text{III}'') \ldots\ldots\ldots\ldots \left\{ \frac{\sin s}{\operatorname{cotg} v_4 \cdot \beta - \operatorname{cotg} v_3 \cdot \beta'} = \frac{\cos s}{\operatorname{cotg} v_3 \cdot \alpha' - \operatorname{cotg} v_4 \cdot \alpha} = \frac{\sin v}{\alpha' \beta - \alpha \beta'} \right. .$$

L'équation en déterminant (II) est la condition d'existence du système (I); mais, étant elle-même une fonction de $\cos v$, elle ne peut servir qu'à calculer ce cosinus au moyen des coordonnées v_2, v_3 et s_3, v_4 et s_4, qui définissent les situations relatives des quatre faces f_1, f_2, f_3, f_4, et des angles θ'', θ''', θ^{IV} des traces de f_2, f_3, f_4, avec celle de f_1. Par contre, elle ne nous apprend rien, à elle seule, sur la relation qui doit exister entre les trois angles des traces, θ'', θ''', θ^{IV}, et les situations relatives des faces qui les produisent, indépendamment de l'orientation de la section à l'étude. On doit, en effet, s'attendre à trouver une telle relation, puisque la section *est surdéterminée par quatre faces*, comme on a vu plus haut. *L'equation* (II) *n'est autre que l'équation* (9) *du texte, sous la forme d'un déterminant égalé à zéro,* et elle nous fournit la valeur de v pourvu que les trois équations du système (I) soient compatibles.

Les proportions (III), étant indépendantes des paramètres de la face f_4, doivent résoudre le problème au moyen de trois faces f_1, f_2, f_3, indépendamment de l'équation (II).

Elles fournissent, en effet,

$$(\text{IV}) \ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{tg} s = \frac{\operatorname{cotg} v_3 \cos v - \operatorname{cotg} v_2 \cdot \beta}{\operatorname{cotg} v_2 \cdot \alpha - \operatorname{cotg} v_3 \operatorname{cotg} \theta''},$$

qui n'est autre que (3) du texte, et, d'un autre côté,

$$\frac{\sin^2 s + \cos^2 s + \sin^2 v}{\sin^2 v} = \frac{1 + \sin^2 v}{\sin^2 v} = \frac{2 - \cos^2 v}{1 - \cos^2 v} = \frac{A^2 + B^2 + C^2}{C^2},$$

ou plus simplement,

$$(\text{V}) \ldots\ldots\ldots (A^2 + B^2) \cos^2 v + C^2 - (A^2 + B^2) = 0,$$

où l'on a remplacé, pour abréger, les trois termes des proportions (III) par *A*, *B* et *C*.

L'équation (V) est identique à l'équation (6) du 4[me] degré, de la page 80. L'élimination de $\cos v$ entre cette équation et l'équation (9) du texte, ou (II), fournirait la condition nécessaire et suffisante pour que les

angles θ'', θ''', θ^{IV} soient ceux des traces des faces $f_2(v_2, 0)$, $f_3(v_3, s_3)$, $f_4(v_4, s_4)$ avec la face $f_1(0, {}^0/_0)$ sur un plan de section quelconque. Le résultat de cette élimination serait le résultant de Cauchy

$$\begin{vmatrix} 0 & a' & -a' & -c' \\ a' & b' & -c' & 0 \\ (ac') & (bc')-da' & db'+ea' & eb' \\ (ab') & (ac') & da' & ea' \end{vmatrix} = 0$$

(avec (ac') au lieu de $(ac'-ca')$, etc.); mais on comprend que, étant donnés des coefficients $a, \dots e, a', b', c'$ (v. (6′) et (9′) du texte), si compliqués, le calcul de ce déterminant n'aura la moindre utilité pratique. La seule chose à faire est, comme il a été dit plus haut, de mettre les valeurs de v et s, calculées an moyen de (II) et (IV), dans l'équation fondamentale (1), et d'admettre ces coordonnées v et s si l'équation (1) est satisfaite, ou bien de procéder à une correction de ces coordonnées de façon à ce qu'elle le soit; il aura été utile alors d'avoir pris pour faces $f_1(0, {}^0/_0)$ et $f_2(v_2, 0)$ celles dont les traces donnent un angle θ'' plus exact.

La relation entre les angles de quatre faces en zone et ceux de leurs traces sur un plan de section quel qu'il soit, s'obtient facilement en faisant $s_3 = s_4 = 0$ dans (II). Il vient immédiatement

$$\begin{vmatrix} 1 & \operatorname{cotg} v_2 & \operatorname{cotg} \theta'' \\ 1 & \operatorname{cotg} v_3 & \operatorname{cotg} \theta''' \\ 1 & \operatorname{cotg} v_4 & \operatorname{cotg} \theta^{IV} \end{vmatrix} = 0,$$

qui n'est, sous la forme de déterminant, que l'équation du haut de la page 87. Du reste, cette équation aurait pu être obtenue partant de l'égalité entre le rapport anharmonique de quatre plans parallèles à une même droite et le rapport anharmonique de leurs traces sur un plan quelconque. C'est même le chemin le plus simple pour reconnaître qu'on ne s'est pas trompé sur l'attribution de (quatre) certaines traces à certaines faces, lorsqu'on connait les symboles de ces faces. On a en effet, par l'égalité des deux rapports anharmoniques,

$$\frac{\sin(f_1 f_3)}{\sin(f_2 f_3)} : \frac{\sin(f_1 f_4)}{\sin(f_2 f_4)} = \frac{\sin(\varphi_1 \varphi_3)}{\sin(\varphi_2 \varphi_3)} : \frac{\sin(\varphi_1 \varphi_4)}{\sin(\varphi_2 \varphi_4)},$$

où φ_1 est la trace de f_1, etc., sur une section quelconque.

Le côté gauche se calcule directement au moyen des angles des faces, on bien au moyen de leurs indices par la relation

$$\Delta = \frac{\sin(f_1 f_3)}{\sin(f_2 f_3)} : \frac{\sin(f_1 f_4)}{\sin(f_2 f_4)} = \frac{|f_1^i f_3^{i+1}|}{|f_2^i f_3^{i+1}|} : \frac{|f_1^k f_4^{k+1}|}{|f_2^k f_4^{k+1}|}$$

où f^i, f^k, [avec i, k mod. 3] sont les indices de la face f, et i, k indépendants d'un de l'autre.

On a ensuite

$$(\varphi_2 \varphi_3) = (\varphi_2 \varphi_1) + (\varphi_1 \varphi_3)$$

$$(\varphi_2 \varphi_4) = (\varphi_2 \varphi_1) + (\varphi_1 \varphi_4),$$

et

$$\Delta = \frac{\operatorname{cotg}(\varphi_1 \varphi_4) - \operatorname{cotg}(\varphi_1 \varphi_2)}{\operatorname{cotg}(\varphi_1 \varphi_3) - \operatorname{cotg}(\varphi_1 \varphi_2)},$$

d'où, enfin, l'équation

$$(\mathrm{VII}) \ldots\ldots \operatorname{cotg}(\varphi_1 \varphi_4) = (1 - \Delta)\operatorname{cotg}(\varphi_1 \varphi_2) + \Delta \operatorname{cotg}(\varphi_1 \varphi_3),$$

qui permet de reconnaître si l'angle de la trace φ_4 de f_4 avec la trace φ_1 de f_1 a la valeur qu'il doit avoir, et de compenser, si l'on veut, les quatre angles mesurés φ_1, φ_2, φ_3, φ_4, dont trois seulement entrent dans le calcul de l'orientation de la section.

Faisons remarquer enfin que l'équation (VI), identique à l'équation du haut de la page 87, et à l'équation (VII) (qu'on peut écrire, d'après notre notation,

$$\operatorname{cotg} \theta^{IV} = (1 - \Delta) \operatorname{cotg} \theta'' + \Delta \operatorname{cotg} \theta''',$$

avec

$$\Delta = \frac{\sin v_3}{\sin(v_3 - v_2)} : \frac{\sin v_4}{\sin(v_4 - v_2)} = \frac{\operatorname{cotg} v_4 - \operatorname{cotg} v_2}{\operatorname{cotg} v_3 - \operatorname{cotg} v_2}\Bigg),$$

résulte également de (9), si l'on y fait

$$s_3 = s_4 = 0.$$

En effet, on a, d'après (9′),

$$a' = c' = 0,$$

ce qui réduit (9) à

$$\begin{vmatrix} 1 & \operatorname{cotg} v_2 & \operatorname{cotg} \theta'' \\ 1 & \operatorname{cotg} v_3 & \operatorname{cotg} \theta''' \\ 1 & \operatorname{cotg} v_4 & \operatorname{cotg} \theta^{IV} \end{vmatrix} \cos v = 0.$$

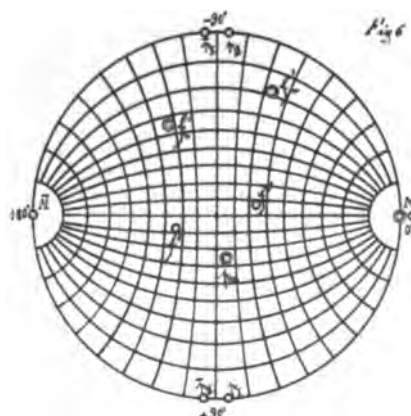
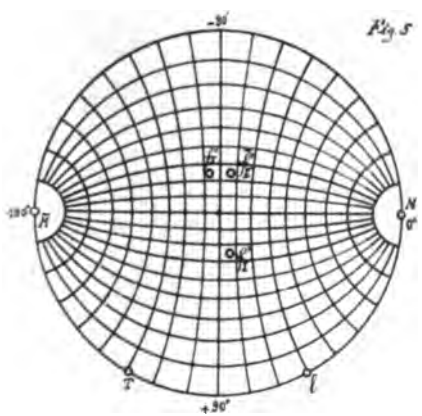
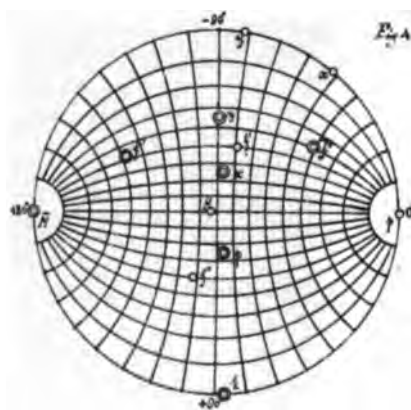
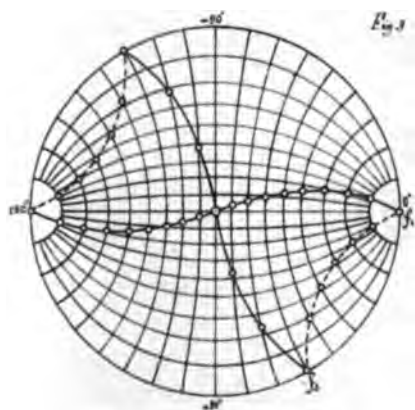
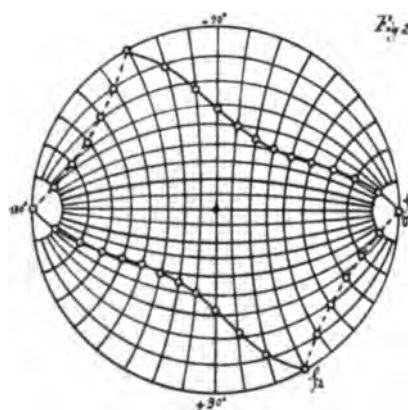
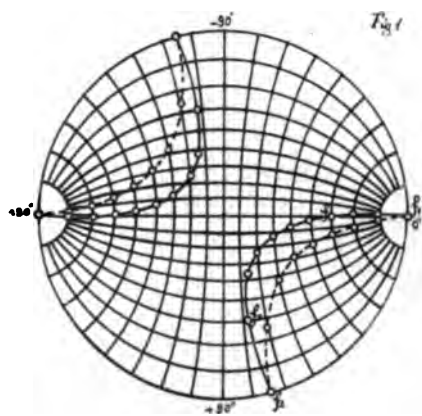
v étant en général différent de $\pm 90°$, cette équation exige que le déterminant disparaisse.

Mars de 1901.

ERRATA

Page 58, ligne v d. b.: *au lieu de* (Fig. 1, page 43), *lisez* (Fig. 1, page 59).

Page 62, lignes II et VII d. h.: *au lieu de* page 43, *lisez* page 59.

Page 72, ligne XIII d. h.: *au lieu de* (formule β' de la page 49), *lisez* (formule β' de la page 65).

V. Souza Brandão del.

Phototyp. A. E. Amancio

V

SUR LES MOLLUSQUES TERRESTRES

DE LA

NAPPE BASALTIQUE DE LISBONNE[1]

PAR

J. C. BERKELEY COTTER

Le Turonien est recouvert au nord et à l'ouest de Lisbonne et même dans la partie occidentale de cette ville, par des nappes de basalte stratifiées à la manière de couches sédimentaires, au milieu desquelles on trouve des couches lenticulaires de marne rouge et de tufs, et par des masses compactes, avec ou sans division prismatique. L'épaisseur de cette formation est fort variable, allant de quelques centimètres jusqu'à quelques centaines de mètres.

M. Paul Choffat dit qu'elle est considérable, par exemple, au voisinage de la station du chemin de fer de ceinture à Campolide, les mesures qu'il y a prises lui ayant donné um minimum de 200 mètres et um maximum de 350 mètres, ce qui suffit pour démontrer l'énorme différence d'épaisseur qui existe entre ce point et des points voisins, comme par exemple, la caserne d'artillerie de Campolide, où la nappe basaltique n'a que $0^m,80$ de puissance.[2]

Le basalte est recouvert par les couches de Bemfica, qui commencent tout près de Lisbonne par des conglomérats à pâte argilo-

---

[1] Le tirage à part a été fait en mai 1900.

[2] Voir dans *Revista de Educação e Ensino*, n.º 7 du vol. VI, p. 301 — *Passeio Geologico de Lisboa a Leiria*, por Paul Choffat. Versão do francez por J. C. Berkeley Cotter. Lisboa, 1891.

ferrugineuse et peu souvent argilo-calcaire, avec cailloux de diverses roches, tels que — silex, quartzite, schiste, calcaire et basalte; par des argiles et des grès avec du kaolin en petites proportions, et par des sables grossiers ou des graviers, les couleurs prédominantes étant le rouge lie de vin, le rose, le blanc et le gris. Ces différents dépôts alternent entre eux à diverses reprises avec absence de bancs calcaires proprement dits, substance ne jouant près de Lisbonne qu'un rôle insignifiant dans la formation, mais qu'on peut observer à 5 ou 6 kilomètres au nord de la ligne de ceinture, par exemple à Carriche, Costas-da-Luz, Senhor-Roubado, etc., intercalée dans les conglomérats et les grès en couches qui ont un mètre d'épaisseur et même davantage.

Ces couches inférieures de formation lacustre n'ont pas donné de fossiles aux abords de la capitale, et leur puissance est très variable. Nous l'avons estimée à 50 ou 60 mètres immédiatement au nord de Lisbonne, lors de l'ouverture de la ligne de ceinture; Carlos Ribeiro lui donne de 80 à 100 mètres.[1] Près d'Odivellas, au dessous de la ligne de retranchements militaire qui s'étend vers l'est jusqu'à la rivière de Sacavem, on observe que l'épaisseur des conglomérats lacustres atteint ce dernier chifre, si même elle ne la dépasse pas.

Reposant en stratification concordante sur les conglomérats et en quelques endroits sur le basalte ou sur le Crétacique même, on voit les couches de la série néogenique de Lisbonne, très puissantes et très riches en débris organiques, appartenant à des formations littorales et d'estuaire plutôt que de mer profonde, et constituées par des argiles et des marnes, par des calcaires marneux coquillers, par des grès et des sables quartzeux fins et grossiers, dont les strates alternent entre elles, leur épaisseur totale étant presque de 300 mètres sur la rive droite du Tage.

L'assise I, la plus basse de cette série marine,[2] ayant de 30 à 35 mètres de puissance, appartient à l'Aquitanien le plus supérieur et se relie fort intimement au Miocène par des affinités fauniques incontestables, comme le prouvent les restes d'animaux marins abondants et variés qu'elle contient, parmi lesquels on trouve les fossiles sui-

---

[1] *Des formations tertiaires du Portugal* in *Congrès International de Géologie* tenu à Paris en 1878, p. 208. Paris, 1880.

[2] Voir *Tableau de la succession des horizons miocènes*, par J. C. Berkeley Cotter in *Description des Échinodermes tertiaires du Portugal*, par Perceval de Loriol. Lisbonne, 1896.

vants: — *Achelous Delgadoi, Pyrula Lainei, Cerithium lignitarum, Proto cathedralis, Turritellà Desmarestina, T. turris, T. bicarinata* et *T. terebralis, Ostrea aginensis, O. crassicostata* et *O. granensis, Pecten Tournali, P. burdigalensis* et *P. Costae, Mytilus aquitanicus, Lithodomus avitensis, Mytilicardia elongata, Cardium discrepans, Venus Ribeiroi, V. casinoides* et *Corbula carinata;* ainsi que des restes de mammifères terrestres appartenants à *Anthracotherium* aff. *Valdense, Palæochærus typus, Rhinoceros minutus* et *Rhinoceros* ou *Acerotherium* sp. Cette faunule terrestre a un cachet fort accentué de Néogénique très ancien et d'après la manière de voir des géologues qui placent l'Aquitanien dans l'Oligocène, devrait être rangée dans le toit de cette série.[1]

Après ces explications préliminaires nous pouvons poursuivre dans l'exposition du sujet que nous occupe.

Au milieu des nappes basaltiques, dont nous venons de parler, on trouve intercallées des lentilles de marne très fossilifères par places, et ce fut dans ces dépôts détritiques que Carlos Ribeiro découvrit pour la première fois, il y a environ 24 ans, des restes abondants d'une faunule de mollusques terrestres très intéressante.

A la réunion du Congrès international de Géologie, qui eut lieu à Paris en 1878, ce géologue fit, dans la séance du 2 septembre le lecture d'une communication sur les formations tertiaires du Portugal, et dé-

---

[1] M. de Lapparent dans son *Traité de Géologie*, 4ème édit., fasc. III, pp. 1478–79, Paris, 1900, dit à la suite de quelques observations sur la division de la série Oligocène:

... «D'un autre côté, l'aquitanien peut être consideré comme encore très mal défini, vu la rareté des types marins de cet étage. Si nous ajoutons à cela le désaccord toujours pendant sur la limite inférieure de l'oligocène, que les géologues allemands descendent plus bas que nous ne le faisons, et que peut-être un jour il conviendra de déplacer, on ne s'étonnera pas que nous ne cherchions point à conserver, pour la description des types oligocènes, la division par étages que nous avons respectée jusqu'ici. Seulement dans chaque type régional, nous nous efforcerons de démêler ce qui peut être attribué à chacune des trois divisions provisoires de la période, savoir: 1° à la base, le *sannoisien*, de Sannois, près Paris (infratongrien de notre troisième édition); 2° le *stampien*, d'Etampes; 3° l'*aquitanien*.

Et il ajoute: «Nous rappellerons à ce sujet que, dans les terrains tertiaires, où l'argument paléontologique fourni par les céphalopodes cloisonnés fait défaut, la distinction des étages ne peut plus reposer sur des principes aussi fixes que pour les assises secondaires. Aussi semble-t-il qu'il y ait lieu d'accorder la prépondérance aux considérations géographiques. Malheureusement beaucoup de contours des anciennes mers sont encore trop incertains pour que, dès aujourd'hui, on ose tenter d'appliquer ce criterium d'une façon définitive.»

clara qu'il venait de soumettre ces fossiles à l'apréciation de Raoul Tournouër, un des vice-présidents du dit Congrès, et qu'il attendait sur leur classification le dernier mot de ce savant. Carlos Ribeiro ajouta, qu'à son avis le basalte, avec les couches contenant les fossiles dont il était question, devrait être envisagé comme miocénique; ce qu'on peut aussi vérifier dans le groupement et la classification qu'il fait de la série des couches de l'ère tertiaire du Portugal au commencement de sa communication[1] et où il range le basalte dans le Miocène inférieur.

A la suite de cette communication Tournouër dit, que les deux espèces de mollusques trouvées au dessus des terrains crétaciques, au milieu des épanchements basaltiques, attribués par Carlos Ribeiro à l'époque miocène, étaient des coquilles imparfaitement conservées, dont l'une avait l'apparence d'un *Scarabus* et l'autre celle d'un *Pupa;* qu'elles lui étaient complètement inconnues, et que leur forme lui paraissait tout à fait étrangère à la faune miocénique de l'Europe.

Il dit aussi, que sa première impression fut que ces fossiles appartenaient à une époque beaucoup plus reculée, peut-être à la faune de l'étage Garumnien ou du systeme fluvio-lacustre crétacé de Fuveau, dont ils lui rappellaient un peu à première vue certaines formes (*Bulimus proboscideus* Matheron, *Pupa* sp. etc.) et dont les débris auraient pu être englobés dans les éruptions basaltiques postérieures. Il termina par déclarer que si Carlos Ribeiro persistait à penser que cette interprétation des faits géologiques n'était pas possible, il pourrait du moins affirmer que ces coquilles lui étaient spécifiquement inconnues et qu'il ne connaissait même rien d'analogue dans la faune malacologique de l'époque tertiaire.[2]

Postérieurement ce même géologue publia dans le *Journal de Conchyliologie,* 3ème série, t. XIX, avril 1879, p. 168–179, pl. VI, une note intitulée *Description de quelques espèces de coquilles fossiles des terrains tertiaires de l'Espagne et du Portugal.* Dans la seconde partie de ce travail, on trouve la description détaillée des deux formes mentionées plus haut, et encore d'une autre que C. Ribeiro lui avait communiquée postérieurement au congrès de Paris.

Dans le Compte rendu du même Congrès de 1878 publié en 1880, on trouve à la suite de la discussion sur la communication de C. Ribeiro (p. 214) une note additionelle de R. Tournouër, datée du mois

---

[1] *Congrès International de Géologie,* tenu à Paris en 1878, p. 205.

[2] Id., p. 214.

de juin de 1880, où il ne fait mention que de deux coquilles et ne classifie spécifiquement qu'une seule, cette note étant postérieure, comme on peut voir par la date, à la *Description* publiée dans le *Journal de Conchyliologie* de l'année précédente.

Depuis la mort de Carlos Ribeiro, en 1882, on a fait des recherches, dont j'ai moi-même dirigé quelques-unes, sur divers points de la région basaltique des environs de Lisbonne, et on a trouvé des fossiles aux points suivants:

Santo-Amaro, faubourg occidental de Lisbonne.

Ajuda — 400 mètres à l'O. du Palais royal.

Algés — 150 mètres au S.; 100 mètres au N. et 250 mètres au N. E.

Cruz-Quebrada — 500 mètres au N. O.

Carnaxide — 300 mètres à l'E.; 400 mètres au S. E.; 500 mètres au S.; 600 mètres au S. O.; 100 mètres au N. E. du cimetière; 100 et 400 mètres au N.; 250 mètres au N. O. et 400 à l'O. N. O. de l'église et 100 à l'O. du moulin à vent de Pé-de-Cão, sur le chemin de Vallejas.

Vallejas — 400, 500 et 600 mètres au S. E. et 200 mètres au S. de ce point.

San-Domingos de Bemfica — 400 mètres au S. E. de ce point entre l'extrémité de l'aqueduc et le moulin à vent de Cruzes; 800 mètres à S. E. de San-Domingos.

Quoique ces recherches aient fourni en abondance principalement les deux premières formes publiées par Tournouër, elles n'ont donné parmi les restes recueillis jusqu'à present qu'une seule forme nouvelle, que nous signalons plus loin.

M. Delgado, directeur du Service géologique, a jugé utile de faire reproduire les textes et les figures de Tournouër, de faire accompagner le tout de la reproduction des exemplaires en meilleur état de conservation recueillis depuis et des observations auxquelles les nouvelles recherches donnent lieu. Cela a été fait dans le but de rendre ces formes curieuses plus connues, et comme l'avait dit aussi le regretté Tournouër, d'appeler sur elles l'attention qu'elles méritent par leur nouveauté et leur position géologique.

Un fait qui ne doit être omis par son importance et dû à des investigations de M. Choffat, c'est celui de l'apparition de quelques exemplaires de coquilles terrestres en très mauvais état de conservation et semblables à l'espèce décrite en premièr lieu par Tournouër, dans un conglomérat basaltique qui se trouve immédiatement au-dessus du Tu-

ronien de Nazareth, à 90 kilomètres au nord de Lisbonne. Un de ces exemplaires, quoique déformé se trouve figuré dans notre planche.

Avant de terminer cette exposition, et pour n'omettre aucun document qui puisse intéresser plus directement la question, nous donnons la traduction de la période principale de la réponse à une lettre du 2 mai 1890, addressée par M. Choffat à M. C. A. White, du Musée National des États-Unis à Washington:

«... J'ai vu l'article de M. Tournouër sur les fossiles de Lisbonne auxquels vous vous rapportez. Je ne pense pas que les espèces représentées par les figures 4 et 5 appartiennent réellement à *Bulimus*, et je ne connais pas de formes américaines auxquelles ils puissent être comparés.

«Aujourd'hui on sait très bien que les coquilles terrestres et d'eau douce se sont différenciées si peu dans le cours de longues périodes de temps, qu'elles ne donneraient que de faibles indications sur leur âge géologique. Si l'on affirmait que ces fossiles proviennent de quelque étage du Crétacique, ou du Tertiaire, je ne pense pas pouvoir donner une raison quelconque pour en douter.»

En admettant, donc, comme on ne peut laisser de le faire, la vérité reconnue par des géologues et des naturalistes éminents, et qui se trouve confirmée, comme on vient de le voir, par le prof. White — *que les coquilles terrestres et d'eau douce se sont différenciées si peu dans le cours de longues périodes te temps, qu'elles ne donnent que de faibles indications sur l'âge géologique de leur gisement* — doit-on se résigner à ne pas trouver dans les quelques formes douteuses dont nous nous occupons, une indication positive sur l'âge de la formation basaltique qui les recèlent?

On sait que l'ère par excellence des éruptions de basalte dans l'Europe a été celle du Tertiaire; mais, si on prétend préciser l'époque ou l'âge des épanchements de cette roche aux environs de Lisbonne, on se heurte contre des difficultés sérieuses.

Tout ce qui nous est permis de dire pour le moment en nous tenant 1° à ce qui a observé Tournouër dans ses conclusions; 2° à ce qu'expose M. Choffat dans ses considérations sur les assises inférieures du Tertiaire de Lisbonne[1] et 3° finalement à nos propres observations dans le Tertiaire marin et lacustre du bassin du Tage c'est: «qu'on n'a pas de données pour fixer exactement l'âge de la formation basaltique

[1] Voir *Étude géologique du Tunnel du Rocio. Contributions à la connaissance du sol de Lisbonne*, p. 58. Lisboa, 1889.

en question, qui peut être aussi bien éocène qu'oligocène.»[1] Les données paléontologiques que nous produisons au commencement de cette note, ôtent toute possibilité de ce que la dite formation basaltique puisse être rangée aujourd'hui dans la série miocène, comme le croyait Carlos Ribeiro, il y a un quart de siècle, lorsqu'on mettait encore le Tongrien à la base de cette série.

Nous transcrivons ci-dessous la deuxième partie de la note descriptive de Tournouër, insérée dans le numero d'avril de 1879 du *Journal de Conchyliologie,* à laquelle nous nous rapportons, ainsi que la note additionelle du même auteur à la discussion sur la communication de Carlos Ribeiro au Congrès de Paris de 1878 sur le tertiaire du Portugal, et qui porte la date de juin 1880, le Compte rendu du dit congrès ayant été publié dans cette même année. Comme conclusion nous présentons quelques notes paléontologiques que nous a suggeré l'examen des dits fossiles.

Transcription de la partie de la note descriptive de R. Tournouër relative aux fossiles de Lisbonne

II

Dans cette même Session du Congrès géologique international, M. le colonel Carlos Ribeiro, directeur de la Section des travaux géologiques du Portugal, a fait, sur les terrains miocènes des environs de Lisbonne, une intéressante communication dans laquelle il a signalé particulièrement quelques coquilles terrestres, recueillies par lui à la base de la formation miocène, au milieu des épanchements basaltiques qui ont traversé la série sous-jacente des terrains crétacés. M. Ribeiro a bien voulu soumettre à mon examen ces coquilles qu'il considère, par des raisons stratigraphiques, comme appartenant déjà à la formation miocène. J'avoue que l'aspect de ces fossiles, malheureusement assez mal conservés, la couleur ferrugineuse lie de vin de leur gangue, une certaine ressemblance avec quelques-uns des fossiles décrits

---

[1] Paul Choffat, loc. cit.

par M. Matheron dans la formation lacustre cretacée de la Provence, leur position même, presque au contact des calcaires à Rudistes des environs de Lisbonne, m'ont fait penser, à première vue, que ces coquilles pouvaient appartenir à une époque beaucoup plus ancienne que l'époque miocène. Cependant, une étude plus attentive m'a fait reconnaitre qu'elles ne se rapportaient à aucune des espèces terrestres fossiles déjà décrites, soit dans les terrains tertiaires, soit dans les terrains plus anciens de l'Europe. Si elles ont des rapports avec les formes anciennes auxquelles j'ai fait allusion, elles en ont aussi avec des formes exotiques actuellement vivantes. La Paléontologie est donc impuissante à fixer leur âge avec certitude, et c'est une question que je laisse à résoudre à la stratigraphie et à des observations ultérieures. Mais il m'a paru utile, dès à présent, de publier ces formes curieuses et d'appeler sur elles l'attention qu'elles meritent par leur nouveauté et par leur position géologique.

Si ces coquilles ne sont pas très-bien conservées, grâce a la friabilité de la gangue basaltique que les enveloppe, elles paraissent du moins être assez abondantes, dans le gisement où elles ont été recueillies par M. C. Ribeiro, et j'ai vu un assez bon nombre de spécimens des trois espèces que j'y ai reconnues et que je vais décrire:

3. **Bulimus Ribeiroi** (pl. VI, fig. 5).

Testa lævigata, ovoidea, subglobosa, perforata, scarabiformis; spira brevis; anfractibus 6 convexis, rapide crescentibus, ultimo amplo, cæteros bis æquante, antice geniculato; apertura mediocris, ovalis? columella dilatata, lamella longitudinali applanata versus umbilicum prædita, labrum extus reflexum.

Long. 30 mill.; latit. 23?

Fossilis in stratis miocenicis? prope urbem Lisboa dictam reperta.

Cette coquille, dont les moules ont conservé une grande partie du test, est de forme ovoïde, subglobuleuse, perforée, scarabiforme. La spire, pointue à son sommet, est courte, les deux derniers tours se développant rapidement; le dernier égale, à lui seul, deux fois la hauteur de tous les autres, et est coudé ou géniculé carrément sur l'ombilic, d'une façon remarquable. L'ouverture m'est presque complétement connue et devait être médiocre et réguliérement ovale. La columelle, à la hauteur à peu près de l'ombilic, se dilate en une lamelle plate, qui fait saillie sur l'ouverture et se continue en un péristome

arrondi en avant et légèrement réfléchi au dehors; l'intérieur du labre m'est inconnu.

Ce qui frappe, dans cette coquille, s'est son caractère scarabiforme. Le dernier tour est coudé à angle droit avec une fente ombilicale transverse, comme dans le *Scarabus trigonus*, par exemple, dont elle a tout à fait l'aspect et la forme générale, quoique plus grande. Mais l'absence certaine, sur la columelle, des trois gros plis caractéristiques des Auriculidées, l'absence de varices latérales sur la spire, la forme normalement globuleuse et non comprimée de la coquille ne permettent pas de s'arrêter à l'idée de la ranger dans cette famille, et c'est dans celle des Buliminés qu'il faut lui chercher des rapports, particulièrement dans certains groupes de l'Amérique méridionale, remarquables par leur coquille également ombiliquée, plus ou moins geniculée et à columelle plissée ou dentée, comme les Otostomus de Beck, ou les Plecocheilus de Guilding. Le Bulimus signatus, Spix, par exemple, n'est certainement pas sans analogie avec notre coquille. Cependant, elle est plus régulière et plus scaraboïde qu'aucune espèce actuellement vivante de ces groupes ou des groupes voisins.

Il faut noter aussi que, dans les Otostomus, les Charis, les Apastus, etc., le pli columellaire, placé plus ou moins profondément ne fait que traduire, à l'intérieur de la bouche, l'enfoncement ombilical. Il n'en est pas de même ici, autant que j'en puis juger; ce n'est pas un pli columellaire que l'on observe, c'est une lamelle saillante, plate, placée à peu près à la hauteur de l'ombilic, mais qui paraît être indépendente et n'être qu'une dilatation du bord columellaire, effleurant le plan extérieur de sa surface.

La coquille que je décris rappelle d'abord, malgré ses dimensions bien moindres, le grand Bulimus? proboscideus, Matheron, des couches crétacées supérieures de la Provence, au moins par sa forme géniculée. Mais, par les caractères connus de son auverture, elle rappelle davantage les formes exotiques actuelles dont je viens de parler; et, somme toute, il n'y a pas d'impossibilité paléontologique à ce qu'elle appartienne à une époque relativement récent. Les rapports des faunes continentales fossiles de l'Europe avec les types Américains se poursuivent, en effet, jusque dans le miocène, par quelques espèces terrestres ou lacustres; et, de plus, il ne faut pas oublier la position géographique du point où ces coquilles ont été recueillies, à l'extrémité sud-ouest de l'Europe et de la région atlantique européenne. Quelle a été la marche des espèces, dans ce coin reculé, par rapport

à celle des autres faunes de l'Europe centrale et méditerranéenne? Nous l'ignorons absolument, et peut-être cette marche comporte-t-elle des différences que nous sommes hors d'état d'apprecier, pour le moment.

Les deux autres espèces de coquilles trouvées avec le Bulimus Ribeiroi sont moins importantes et les échantillons sont encore, en general, moins bien conservés. Nous pouvons, cependant, les faire connaître suffisamment.

4. Bulimus? Olisipponensis (pl. vi, fig. 4).

(E nucleo) Testa parva, rimata, pupæformis, ovoideo-elongata, apice acuto; anfractibus 8-9, convexiusculis, regulariter crescentibus, ultimo majore, transversim rimato; apertura parva; peristomate ignoto.

Long. 16 mill.; diam. maj. 8 mill.

Cum præcedente jacet.

Cette espèce ne m'est connue, malheureusement, que par des moules, assez nombreux, d'ailleurs, qui n'ont presque pas gardé de test et qui ne montrent pas du tout les caractères de la bouche. Son attribution générique rest donc, pour moi, un peu incertaine. C'est une petite espèce de Buliminé ou de Pupiné, ovoïde, allongée, à tours nombreux, réguliers, assez aigus vers le sommet et renflés vers le milieu. Le dernier tour, un peu plus grand que le précédent, est rétréci et montre une perforation ombilicale horizontale qui donne au moule une forme géniculée, sans doute plus accentuée qu'elle ne devait être dans la coquille même. De la bouche, je ne puis dire qu'une chose, c'est qu'elle était certainement petite, et probablement à bords non réfléchis ou peu réfléchis; la coquille était lisse.

Cette coquille me parait avoir appartenu à un *Bulimulus* quelconque, ou peut-être à un *Ennea?*

5. Pupa Lusitanica (pl. vi, fig. 3).

Testa parva, turrita, subcylindrica, apice obtuso, longitudinaliter et oblique costulata, costulis numerosissimis; anfractibus 8 regulariter crescentibus; ultimo penultimum vix superante; apertura parva, subangustata, edentula; peristomate continuo, haud reflexo.

Long. 10 mill.; diam. max. 5 mill.

Cum præcedentibus jacet.

Cette petite coquille, qui n'a pas de caractères spécifiques bien tranchés, et qui offre la forme ordinaire des Pupa avec des tours nombreux obliquement silonnés par de très-nombreuses costulations, est quelquefois plus cylindrique que ne le montre le dessin. Elle est malheureusement presque toujours brisée du côté antérieur, et l'unique échantillon entier, mais assez mal conservé, que j'ai pu faire figurer, montre une bouche un peu étroite, à bords simples, et dépourvue de dents à l'intérieur, du moins autant que l'état de cette échantillon me permet d'en juger.

R. T.

Note de R. Tournouër
ajoutée en 1880 à la discussion sur la communication de Carlos Ribeiro

Une nouvelle étude des fossiles en question m'a permis de reconnaître que la plus grosse des deux coquilles, quoique sa bouche soit en grande partie mutilée, était très probablement un petit *Bulimus,* du groupe des *Plecocheilus,* Guilding, de l'Amérique du Sud, voisin, par exemple, du *B. signatus,* Wagner, du Brésil.

La coquille est petite, ovoïde, subglobuleuse, perforée, et compte 6 a 7 tours convexes qui s'accroissent très rapidement. La spire est très courte, les deux derniers tours étant subitement très développés; le dernier est anguleux, carrément géniculé, comme dans les Auriculidées de la section *Pythia,* Bolten (*Scarabus,* Montfort), que la coquille rappelle beaucoup par sa forme générale. Mais la coquille n'est pas comprimée et ne présente pas les varices latérales des *Pythia;* sa columelle, d'après ce que j'ai pu observer, ne parait pas non plus présenter de traces des gros plis transversaux des Auricules, mais seulement une lamelle étroite longitudinale, située à la hauteur de l'ombilic. La partie antérieur de la bouche est malheureusement brisée. Le labre, dont l'intérieur m'est inconnu, est dilaté et légèrement réfléchi en dehors.

Ces divers caractères peuvent convenir, comme je l'ai dit, à une coquille terrestre voisine de certains Bulimes de l'Amérique du Sud, et provisoirement, du moins, je crois être autorisé a l'inscrire comme espèce nouvelle, sous le nom qui lui est bien dû de

Bulimus (Plecocheilus) Ribeiroi

«Testa parva, ovoidea, subglobosa, perforata: spira brevi, anfra-

ctibus 6-7 convexis, ultimo peramplo, anticè geniculato, columella dilatata, lamella angusta longitudinali prædicta; labro extus reflexo.

«Long. 25 mill.; lat. 20 mill.»

La seconde coquille, beaucoup plus petite (15 millimètres de long sur 8 millimètres de large) est turriculée comme un gros *Pupa*, avec le dernier tour fortement géniculé comme dans l'autre espèce. Peut-être est-ce un *Buliminus?* La bouche m'étant complètement inconnue, l'attribution générique elle même reste incertaine.

Quoique ces deux coquilles, et surtout la première, aient un facies qui m'est inconnu dans le miocène européen, cependant la faune malacologique terrestre et fluviale de cette époque ayant déjà quelques rapports constatés avec la faune américaine centrale ou meridionale, et étant donné la situation géographique du Portugal, rien ne s'oppose absolument, au point de vue paléontologique, à ce que ces deux espèces soient attribuées à la faune miocène, comme le voudrait M. Ribeiro, pas des considérations purement géologiques.—*R. T.*

(Note de juin 1880).

*

* *

Observations paléontologiques

Bulimus (Plecocheilus) Ribeiroi Tour.

Les individus les mieux conservés de la première espèce, décrite et déterminée par Tournouër, que nous sommes parvenus à représenter dans notre planche, montrant l'ouverture complète, laissent voir qu'elle est ovale oblonge, verticale, anguleuse à la partie supérieure, d'aspect auriforme, ayant à elle seule presque deux tiers de la longueur de la coquille, se projetant au-dessous de la base du dernier tour qui *est coudé ou géniculé carrément sur l'ombilic, d'une façon remarquable.*

Le bord externe est régulièrement courbe, lisse à l'intérieur, autant qu'il nous a été permis d'observer, le bord basilaire étant arrondi. La columelle se dilate approximativement à la hauteur de l'ombilic en une lamelle plus ou moins plate et plus ou moins saillante, et se continue en un péristome arrondi en avant et légèrement réfléchi en dehors, les autres caractères se trouvant indiqués dans les deux descrip-

tions données par Tournouër reproduites ci-dessus. Cette espèce est très polymorphe.

L'état de mauvaise conservation des nombreux individus recueillis à diverses reprises aux alentours de Lisbonne, ne permet pas d'apprécier d'une manière satisfaisante quelle était l'ornementation de la coquille. Cependant, nous avons pu observer chez un exemplaire recueilli à Santo-Amaro il y a environ 23 années, sous une couche de basalte compact de 10 mètres de puissance et chez un autre, rencontré près Carnaxide au mois de mars de l'année courante, des traces de sculpture extérieure bien visibles quoique un peu frustes. (Voir figs. 1 et 7 de la planche).

Ces deux exemplaires montrent les derniers tours couverts de rides d'accroissement, obliques, longitudinales, plus ou moins grossières et très irrégulièrement espacées, se croisant avec un système de filets spiraux pointillés, très rapprochés, ce qui donne à la surface, surtout des deux derniers tours, un aspect finement rugueux et par places tressillé, que l'on peut voir même sans l'aide de la loupe.

Cette ornementation rappelle d'abord celle que l'on voit chez *Bulimus Munieri* Hantken, du Crétacique supérieur de la Hongrie, représenté dans la planche II du travail de M. Leopold Tausch intitulé *Die Fauna des Csingerthales bei Ajka im Bakoni.* [1]

Dans sa deuxième note, en 1880, Tournouër a dit, que la forme en question est très probablement un petit *Bulimus* du groupe des *Plecocheilus,* Guilding, de l'Amérique du Sud, voisin par exemple du *Bulimus signatus,* Wagner, du Brésil, et que ses caractères peuvent convenir, comme il l'a dit antérieurement, à une coquille terrestre voisine de certains *Bulimus* de l'Amérique du Sud, et il l'inscrit, provisoirement du moins, comme espèce nouvelle, qu'il a dédié à notre regreté géologue Carlos Ribeiro.

Nous ne voulons nullement contester l'existence des analogies de forme qui ont porté Tournouër à rapprocher notre coquille de certains groupes américains comme les *Plecocheilus* de Guilding ou les *Otostomus* de Beck, groupes anatomiquement alliés et séparés seulement par des caractères conchyliologiques, d'après ce que dit Pilsbry [2] et qui ont été englobés par cet auteur dans sa grande famile *Bulimulidæ.* Nous dirons cependant que, si d'un côté il y a des caractères ana-

---

[1] *Abhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt.* Band XII, n° 1, Wien, 1886.

[2] *Manual of Conchology; Structural and Systematic.* By George W. Tryon, continuation by Henry A. Pilsbry. Philadelphia.

logues, comme par exemple la spire très courte, la surface ridée et couverte de lignes ponctuées, l'ouverture verticale, de forme ovale plus ou moins allongée et angulée au dessus, le labre bien réfléchi et la columelle dilatée à la partie supérieure, ayant souvent une callosité; d'un autre côté notre coquille n'a pas, à vrai dire, selon l'observation de R. Tournouër lui même un pli columellaire, placé plus ou moins profondément, qui ne fait que traduire, à l'intérieur de la bouche l'enfoncement ombilical, comme on voit dans quelques groupes voisins. Elle a plutôt une lamelle saillante, placée à peu-près à la hauteur de l'ombilic, paraissant être indépendente et n'être qu'une dilatation plus ou moins développée du bord columellaire, effleurant le plan extérieur de la surface ou se dilatant même latéralement selon les individus, comme on peut voir dans notre planche.

Ce caractère a-t-il une importance suffisante pour mettre notre coquille en dehors du groupe des *Plecocheilus*, les *Eurytus* y compris, tels que le considerent aujourd'hui les auteurs américains? Serait-il, corrélatif d'un autre caractère fort accentué dans notre coquille et dû peut-être à la forme coudée on carrément géniculée du dernier tour et qui lui donne l'aspect scaraboïde, aspect qu'on ne trouve pas dans les *Plecocheilus* et les *Eurytus* figurés par Pilsbry.

L'*Auris (Otostomus) signata* Spix, type du sous-genre *Otostomus*, compris par Pilsbry dans le genre *Auris*, présente quelques analogies avec notre forme, telles que la spire courte, la longueur de l'ouverture pas rapport à la longueur totale, la projection de celle-ci en dessous, etc., mais la forme et les détails de l'ouverture ne permettent pas une approximation plus intime.

Nous avons aussi les *Zaplagius* Pilsbry, sous-genre rangé par cet auteur dans le genre *Drymeus*, qui se distingue des *Otostomus* type *signatus* Spix, par l'absence des lourdes callosités à l'ouverture, et des *Drymaeus* typiques par la base tronquée ou applatie, etc., etc.

Le *Drymaeus (Zaplagius) aurisleporis* (Bruguière) rappelle notre coquille par la forme tronquée et carénée de la base, et on serait tenté de la ranger dans ce groupe, mais la hauteur et la forme de la spire, la forme du peristome, le pli très intérieur de la columelle et d'autres différences, nous font hésiter à la ranger à côté de ce groupe et encore moins dans celui des *Drymaeus navicula* (Wagner), ou avec d'autres formes analogues telles que *D. involutus* (von Martens), *D. lateralis* (Menke), etc.

Le *Drymaeus Bartletti* (H. Adams), de forme conique globuleuse, obtusement caréné à la base fait d'abord rappeler notre coquille, et

faute de mieux, on serait aussi incliné à la ranger a côté de quelques *Drymaeus* plutôt que des *Plecocheilus*, tels qu'ils sont décrits et figurés dans le *Manual of Conchology* précité de Tryon et Pilsbry.

Mais il nous reste encore en fait d'analogies des documents qu'il ne faut pas oublier, dans cette investigation si intéressante mais si pleine d'incertitudes.

Nous voulons parler d'une forme dont on ne connaît que des restes fossiles provenant du Crétacique supérieur de l'Europe.

Comme on aura vu, Tournouër a dit, avant de terminer ses observations dans sa première note sur son *Bulimus Ribeiroi*, — que celui-ci rappelle d'abord, malgré ses dimensions bien moindres, le grand *Bulimus? proboscideus* Matheron, du Crétacique supérieur de la Provence, au moins par sa forme géniculée, mais par les caractères connus de son ouverture elle rappelle davantage les formes exotiques actuelles.

Ce savant aurait peut-être penché à rapprocher notre coquille du sous-genre *Anadromus*, que Sandberger[1] avait institué sur les exemplaires de la coquille de Provence, si à l'époque ou il écrivait ces lignes il avait pu avoir connaissance des exemplaires publiés par Paul Oppenheim[2] dans lesquels on peut voir, par exemple, dans la pl. XIX, fig. 2, la forme d'un individu d'Orgon; l'ornementation extérieure de quelques jeunes individus de la même provenance; la forme globuleuse ou presque cipulliforme d'un gros spécimen de Vallejas que nous représentons dans notre planche, fig. 10; le prolongement du côté de la bouche du dernier tour de l'original d'une autre figure de la même planche, nº 11, recueilli à Carnaxide et analogue en cela à la figure 2 de la planche citée d'Oppenheim.

Quoique la diagnose de Sandberger en ce qui regarde la bouche de la dite espèce, soit fondée sur un fragment, il dit que celui-ci l'a laissé bien reconnaître; il dit aussi qu'elle est verticale, auriforme alongée, *edentula*, à *marginibus simplicibus expansis*, et que la surface de la coquille est *maleato-rugolosis*. Dans ses conclusions sur *B. proboscideus* il ajoute: «Je n'ai pas de motif pour ne pas considérer cette forme comme une Hélicée la plus ancienne des couches crétaciques de l'Europe, du moin autant que l'on peut en juger actuellement. L'ensemble de la forme ressemble à un haut degré au groupe *Tomigerus*,

---

[1] *Die Land und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt* von Dr. C. L. Fridolin Sandberger, 1870–1875, p. 92–93, taf. IV, figs. 9–11, taf. V, fig. 1.

[2] Voir dans *Palaeontographica* de décembre 1895, le travail intitulé: *Beiträge zur Binnenfauna der provençalischen Kreide.*

consideré comme étant un sous-genre de *Bulimus*, principalement au *Tomigerus clausus* Spix sp., mais s'en distingue facilement par son peristome dépourvu de dents, ayant les bords étendus à la façon de *Bulimulus (Otostomus) aurisleporis*, l'ornementation est aussi fort semblable à celle de ce dernier groupe. Je considère par conséquent comme très probable que *B. proboscideus* occupe dans le genre *Bulimulus* une position analogue à celle de *Tomigerus* à *Bulimus* et de *Anastoma* à *Helix*.»[1]

Il est vrai que nos specimens ne montrent pas la *suturis impressis disjuncti*, ni le dernier tour aussi gibbeux que celui de la coquille de Provence, mais il faut avoir en vue que nous ne prétendons pas non plus ranger spécifiquement notre *Bulimus* avec le *Bulimus (Anodromus) proboscideus*. Nous voulons seulement montrer la possibilité de rapprocher notre coquille du sous-genre de Sandberger avec plus ou moins de probabilité, en face des connaissances acquises tant sur les formes terrestres de Provence que sur les formes analogues de Lisbonne, celles-ci se trouvant géologiquement et géographiquement plus rapprochées des premières que de celles vivant actuellement sur le continent américain.

Les conditions de milieu extérieur des deux régions exondées d'où étaient charriées les coquilles terrestres qu'on trouve aujourd'hui à l'état fossile, l'une appartement à la fin du système crétacique de Provence et l'autre à l'aurore(?) de l'ère tertiaire de Lisbonne pourraient très vraisemblablement être semblables, et cela pourrait conséquemment donner lieu a l'apparition d'organismes y adaptés et d'une conformation analogue. C'est ce qu'on est autorisé à penser en face des ressemblances que nous venons de signaler.

Quoiqu'il en soit, nous ne pouvons nous prononcer positivement sur la classification exacte de la forme en question, la laissant encore à la place ou Tournouër l'a rangée provisoirement, mais nous produissons ici des documents plus importants que ceux qu'il a eu à sa disposition, pour un plus ample informé.

Bulimus? Olisipponensis, Tourn.

En ce qui concerne la forme décrite et figurée par Tournouër dans la note du *Journal de Conchyliologie* sous le numero 2, à laquelle il a donné le nom de *Bulimus? Olisipponensis*, nous ferons les observations suivantes:

---

[1] Sandberger, loc. cit., p. 93.

Comme on peut voir par le texte, l'auteur n'a pas pu faire une description plus complète de la forme en question à cause du mauvais état des exemplaires qu'il a eus à sa disposition. Heureusement nous sommes parvenus à recueillir quelques échantillons en de meilleures conditions de conservation, montrant encore l'ouverture, et nous avons vérifié que celle-ci est petite, peu oblique, semi-ovale ou presque arrondie, présentant souvent vers l'insertion du bord externe sur l'avant dernier tour un tubercule blanc plus ou moins saillant; que ce bord, un peu arrondi, est très légèrement réfléchi, le bord columellaire l'étant un peu plus, et que chez quelques individus la callosité qui réunit les bords marginaux est presque nulle, tandis que dans d'autres elle est plus ou moins épaisse masquant le tubercule.

Comme le dit Tournouër la fente ombilicale est horizontale, plus accentuée dans les moules que dans la coquille même. Nous voyons cependant qu'elle est très caractéristique même chez les exemplaires pourvus de test et qu'elle donne à la base du dernier tour la forme géniculée, à l'égal de ce qui arrive à l'espèce précédente, quoiqu'elle ne le soit pas à un si haut degré que dans celle-ci.

Nous avons de même constaté que, quoique la forme typique de la coquille soit d'un ovale alongé, il y a des individus de taille un peu plus forte et très obèses, et d'autres au contraire moins renflés vers le milieu et assez longs.

Cette forme est très abondante, accompagnant toujours le *Bulimus Ribeiroi,* dans tous les points où cette espèce à été recueillie, notamment à Carnaxide et à Vallejas.

Tournouër dit en conclusion, que la coquille en question «lui paraît avoir appartenu à un *Bulimulus* quelconque», mais on sait que dans l'absence de caractères anatomiques, tels que la mâchoire, qui est celle qui détermine essentiellement ce genre, on ne peut rien dire de définitif en traitant de formes fossiles analogues. On sait aussi qu'aujourd'hui plusieurs conchyliologistes sont d'accord à comprendre dans ce genre la plupart des coquilles vivantes classées autrefois dans le genre *Bulimus*.

Cette espèce appartiendra-t-elle au genre *Buliminus?* sera-t-elle voisine d'une forme des groupes des *Petræus,* des *Zebrina,* etc.

Dans sa seconde note, insérée en 1880 dans le *Compte rendu* du Congrès de Paris, Tournouër a dit «Peut-être est ce un *Buliminus?*» Quoique connaissant la bouche nous restons comme lui dans la même incertitude.

Le regreté Paul Fischer, en parlant de ce genre, remarque: «un

certain nombre de *Bulimus* tertiaires me paraissent appartenir aux *Buliminus*.»[1]

Pupa Lusitanica Tourn.

Nous n'avons rien d'important à ajouter à la diagnose de l'espèce figurée par Tournouër sous le nom de *Pupa Lusitanica*, parce que nous n'avons pas recueilli un seul exemplaire en meilleur état que celui décrit par l'illustre paléontologiste français, quoique nous en figurions quelques-uns.

Elle est la moins fréquente de toutes les formes de la faunule provenant des marnes basaltiques de Lisbonne, quoique se trouvant dans tous les gisements indiqués pour les autres espèces.

Nous ferons observer cependant qu'elle ne peut garder la désignation spécifique que son auteur lui a imposée, parce qu'il existe déjà une espèce décrite et figurée sous ce nom par Rossmässler[2] en 1859.

Si elle est réellement un *Pupa* je proposerais la désignation de *Pupa Tournoueri*.

Buliminus Carnaxidensis n. sp.

Nous signalons en dernier lieu une forme qui n'est pas mentionée par Tournouër, quoiqu'il l'ait très probablement reçue engagée dans les échantillons de roche qui contenaient les espèces précédentes.

Coquille petite, cylindrique, subpupiforme, plus ou moins allongée, avec une perforation ombilicale bien prononcée. La spire, de sommet obtus, est formée de 8 ou 9 tours à surface lisse, à peine convexes, à croissance lente et régulière, séparés par une suture bien marquée mais peu profonde; dernier tour un peu plus grand que les autres, n'atteignant cependant pas le tiers de la hauteur totale. Ouverture légèrement oblique, semi-ovale ou presque arrondie, sans vestiges de dents à l'intérieur. Péristome arrondi en avant et très légèrement réfléxi en dehors, le bord columellaire étant renversé sur la perforation, surtout á sa région supérieure, qu'il recouvre en partie; bords marginaux réunis par une callosité plus ou moins épaisse selon les individus.

---

[1] *Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique*. Paris, 1887, t. I, p. 480.

[2] *Iconographie der Land und Süsswasser Mollusken Europa's*. III Band, 5 und 6 (XVII u XVIII) Heft. p. 105, taf. LXXX, fig. 935 *a-b*. Leipzig, 1859.

Nous n'avons pas de certitude sur l'attribution générique de cette petite coquille.

Long. 9 mill., larg. 3 mill.

Nonobstant le nombre considérable d'échantillons de cette petite espèce recueillis à différentes reprises, nous ne sommes pas arrivés à en obtenir un seul en état de conservation parfaite, à cause de leur fragilité. Quelques-uns sont un peu trapus, mais la forme générale est étroite et élégante.

C'est à Carnaxide que cette espèce est le plus fréquente, mais on la rencontre aussi à Vallejas, Algés, Santo-Amaro et San-Domingos de Bemfica.

Conjointement avec les figures des mollusques terrestres des marnes basaltiques, nous représentons dans notre planche quelques corps cylindroïdes, d'origine problématique, trouvés dans les mêmes gisements de Carnaxide, Vallejas, Ajuda, aux environs de Lisbonne.

Ces corps, qui ne sont pas d'ailleurs très fréquents, ont des analogies de forme avec d'autres corps rencontrés par notre savant collègue M. Paul Choffat[1] dans la région située entre le Mondégo et le Vouga, dans le complexe fluvio-marin superposé aux grès puissants de Ceadouro, dont la base repose selon lui sur le Turonien. Ces corps problématiques sont aussi connus du calcaire à *Lychnus* de Rognac, rangés aujourd'hui dans le Danien.

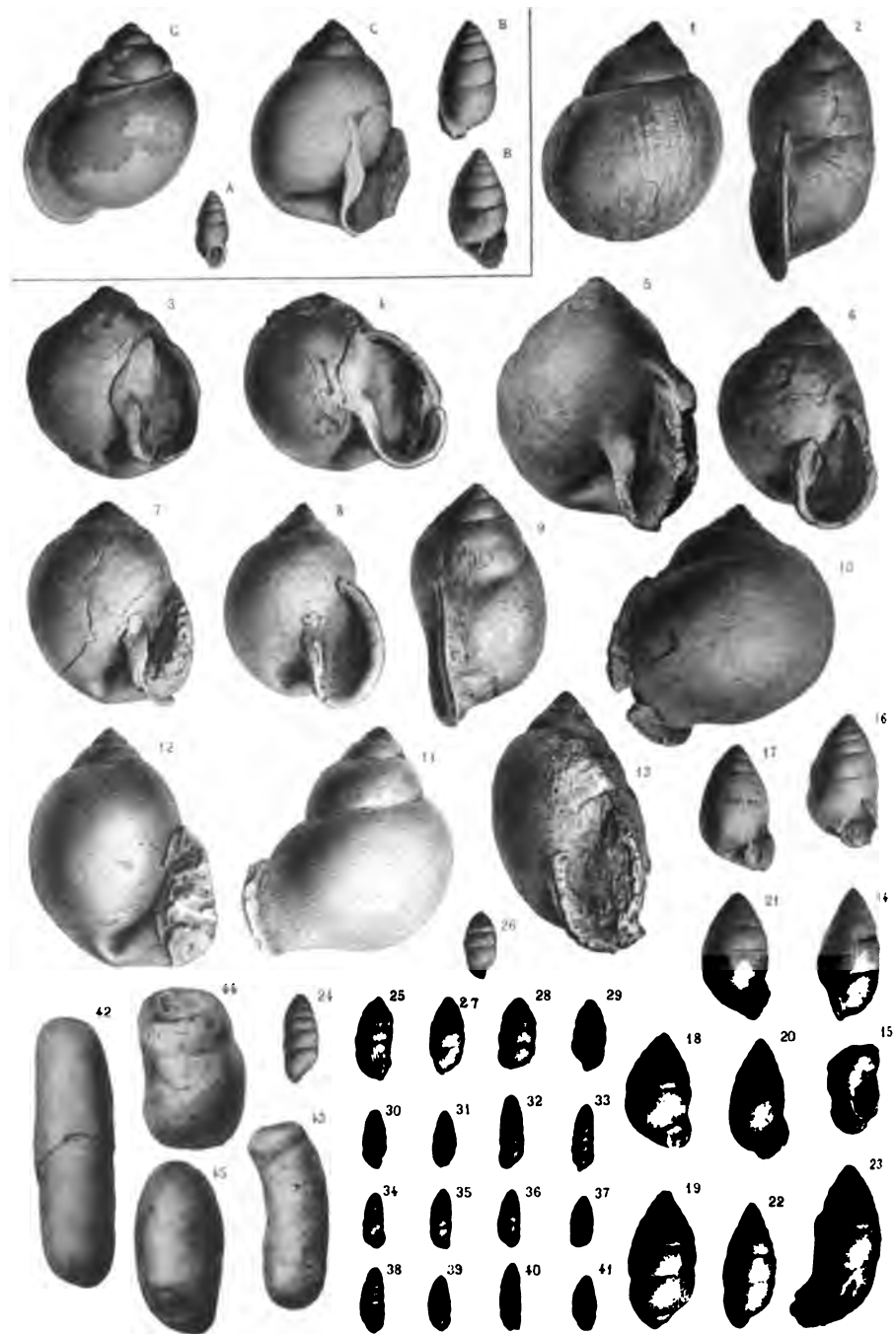
Ces assises fluvio-marines, d'environ 300 mètres de puissance, contiennent en même temps des formes de faune saumâtre, telles que: ***Clastes lusitanicus*** genre éocène, ***Melania, Cyrena, Anomia*** et un grand ***Bulimus,*** seule espèce terrestre qui, d'après M. Choffat, ne se trouve que dans une localité. Elles contiennent aussi ***Pyrgulifera armata,*** espèce trouvée en France dans le calcaire d'eau douce de Rognac, et en Hongrie à Ajka, dans une couche à lignite de la partie supérieure du Crétacique et que M. Munier-Chalmas rattache au Danien. Cette forme est voisine d'une espèce actuelle du lac Tanganyika. Le genre ***Pyrgulifera*** ou ***Hantkenia*** se trouve représenté de même près des sources du Snake River dans le groupe de Laramie, étage intercalé entre la Craie et l'Éocène de l'Amérique du Nord.

---

[1] *Subdivision du Sénonien* (s. l.) *du Portugal*, in *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*. Avril 17, 1900.

Le complexe des grès de Ceadouro, (Mira, etc.), où sont compri-ses les assises fluvio-marines étudiées par M. Choffat, représente selon lui le Sénonien, *sensu lato*, c'est-à-dire comprenant le Danien.

La note précitée, mentionnant la rencontre des corps cylindroïdes de même genre que ceux des marnes basaltiques de Lisbonne, contient en outre des observations et des conclusions très suggestives, qui touchent à l'origine de ère néozoïque en Portugal, et qui par conséquent ne peuvent pas être étrangères à la question qui nous occupe. Nous dirons cependant, que dans l'état actuel de nos connaissances et jusqu'à ce que l'on ait la bonne fortune de recueillir des fossiles suffisamment caractéristiques, on devra se limiter à indiquer que les marnes basaltiques de Lisbonne se trouvent au dessous du conglomérat oligocène de Bemfica, sans préciser leur synchronisme exact.

BERKELEY COTTER

Cliché J. T Coelho

Phototyp. A. E Amancio

EXPLICATION DE LA PLANCHE

(Figures A, B, C, reproduites du «JOURNAL DE CONCHYLIOLOGIE» nº d'Avril, 1879, pl. VI)

Fig. *A* — **Pupa? Lusitanica** Tournouër, nº 3 de la planche de cet auteur.
Fig. *B* — **Bulimus? Olisipponensis** Tournouër, nº 4, id.
Fig. *C* — **Bulimus (Plecocheilus?) Ribeiroi** Tournouër, nº 5, id.

Bulimus (Plecocheilus?) Ribeiroi Tournouër

Fig. 1 — Exemplaire avec le test montrant des traces de sculpture extérieure. Santo-Amaro.
Fig. 2 à 9 — Exemplaires montrant l'ouverture plus ou moins complète. Carnaxide.
Fig. 10 — Exemplaire de forme globuleuse. Vallejas.
Fig. 11 — Moule montrant le dernier tour projeté du côté de la bouche et la spire plus haute que d'ordinaire. Vallejas.
Fig. 12 — Moule en très bon état de conservation. Carnaxide.
Fig. 13 — Exemplaire de forme allongée, moins géniculé que les formes des marnes basaltiques de Lisbonne. Nazareth; dans le conglomérat basaltique.

Bulimus? Olisipponensis Tournouër

Fig. 15 — Exemplaire incomplet montrant le peristome. Carnaxide.
Fig. 14 et 21 — Exemplaires de Vallejas; 16 à 20, de Carnaxide; 22, de San-Domingos de Bemfica.
Fig. 23 — Moule de forme plus allongée que d'ordinaire. Algés.

Pupa? Lusitanica Tournouër

Fig. 24 et 25 — Exemplaires de San-Domingos de Bemfica; 26 à 29, de Carnaxide.

Buliminus Carnaxidensis n. sp.

Fig. 30 — Exemplaire de Vallejas; 31, d'Algés; 32 à 41, de Carnaxide.

Corps cylindroïdes d'origine problématique

Fig. 42 et 43 — Exemplaires de Vallejas; 44 et 45, de Carnaxide.

VI

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES DRAGÉES CALCAIRES DES GALERIES DE MINES ET DE CAPTATION D'EAUX[1]

PAR

M.M. Bleicher et Choffat

Les dragées calcaires de Trafaria près de Lisbonne ont été le point de départ de recherches sur les caractères extérieurs et intérieurs de ces concrétions, et sur leur mode de production.

De nouvelles séries d'échantillons provenant des galeries des mines de fer oolithique de Marbache, de Chaligny (Meurthe et Moselle), dus à l'obligeance de MM. Nicklès professeur de géologie à l'Université de Nancy, Villain ingénieur des mines, d'autres encore recueillies dans les gisements de fer pisolithique de La Chapelle Saint Ursin (Cher) que nous a envoyés M. de Grossouvre ingénieur des mines à Bourges, nous ont permis de compléter et de modifier dans certaines limites les conclusions auxquelles nous nous étions arrêtés dans une précédente note insérée au Bulletin mensuel de la Société des Sciences de Nancy, (Mai, 1899).

Sur ces trois séries d'échantillons, deux, ceux de Lisbonne, de Marbache et Chaligny ont été pris dans des conditions à peu près analogues, c. à. d. sur le plancher de galeries souterraines dont les parois et le plafond laissent suinter de l'eau en plus ou moins grande abondance. Quant aux dragées pisolithiques de la Chapelle Saint Ursin, nous ignorons leur mode de gisement.

Malgré leur différence d'origine, le grand nombre de caractères extérieurs qu'ils ont en commun permet de les étudier collectivement. Quant aux caractères intérieurs, il n'en est pas absolument de même,

---

[1] Le tirage à part a été fait en juin 1900.

quoiqu'il y ait des transitions entre ceux de Lisbonne et ceux de Meurthe-et-Moselle.

Caractères extérieurs.—*Taille*, variable, atteignant celle d'un œuf jusqu'au-dessous de celle d'un pois.

Formes. On y remarque surtout les suivantes, quelquefois combinées deux à deux: sphérique, ellipsoïdale, cylindro-conique, aplatie, parallélépipède, toujours aux angles émoussés.

L'*état* de la surface est du plus haut intérêt à signaler; elle est lisse ou même glacée et polie, finement grenue, rugueuse, plus ou moins hérissée d'aspérités cristallines aigües ou mousses et mamelonnées.

Une même dragée peut être glacée ou lisse sur sa face plate et grenue ou rugueuse sur sa face convexe. D'autres, Fig. 10 et 13, sont glacées partout, excepté sur certains points (îlots des figures). Enfin sur les dragées aux formes anguleuses à peine émoussées, les faces plus ou moins planes présentent des ébauches de surfaces d'emboitement avec les dragées avoisinantes qui rappellent les cailloux impressionnés de certains poudingues Fig. 14. Sur ces surfaces légèrement concaves, on peut dans certains cas voir des taches de glaçure bien nettes sous certaines incidences. Les formes de toupie, ou de tonneau, doublement cylindro-coniques ou ellipso-coniques, avec ou sans traces d'usure annulaire rotative se trouvent également réalisées Fig. 16.

Ces apparences se présentent tout aussi bien sur les dragées de Trafaria, que sur celles de Marbache et de Chaligny. Toujours, quand il y a glaçure, celle-ci est extérieure et dans aucun des cas où les cassures ont permis d'étudier les surfaces des couches concentriques des dragées, ce caractère ne s'est rencontré. La glaçure est donc un état *d'achèvement extérieur* de la dragée.

Si l'on admet que celle-ci se produit par suite du dépôt tantôt lent, tantôt rapide de couches successives de carbonate de calcium, d'où leur apparence grenue ou lisse, la glaçure par contre semble plus difficile à expliquer. Cependant, avec la série que nous possédons et les renseignements donnés par M. Sépulchre fils, maître de forges à Champigneulles, on peut la comprendre de la manière suivante. Les dragées se forment à l'aide de débris menus détachés des parois des galeries de mines ou d'eaux, toujours plus ou moins encroûtées de stalagmites, qui s'accumulent par petits tas sur certains points du plancher de celles-ci.

Ainsi s'explique la présence au centre des dragées de Lisbonne

de calcaire zôné avec trainées d'argile sableuse verdâtre; il joue le même rôle que le minerai de fer plus ou moins encroûté de calcaire et lavé qui constitue le noyau souvent très réduit de dragées de Marbache et de Chaligny.

Si ces fragments anguleux se trouvent sous une douche d'eau incrustante tombant du plafond, ils pourront arrêter une partie du calcaire dissous qui se déposera à leur surface; de plus, ils se déplaceront et même pivoteront sous l'influence de cette chute, surtout si elle se fait goutte à goutte, d'où frottements répétés, avec plus ou moins de pression, conditions suffisantes pour entraîner la glaçure. Celle-ci se produit en effet expérimentalement par pression et friction modérée de deux dragées l'un sur l'autre, mais à la condition expresse que leurs couches extérieures soient lisses.

Il est évident que les eaux trop riches en calcaire ne sont pas dans les conditions les plus favorables à cet effet, que l'indépendance des dragées doit bientôt être compromise par le fait de dépôt trop abondant, ce qui explique les agrégats que l'on rencontre souvent avec les dragées. La preuve de frottements légers avec pression se rencontre nettement dans un échantillon de Lisbonne, dont la surface plane, supérieure, est creusée d'alvéoles de pression réciproque des dragées superposées. Parmi ces alvéoles, les plus extérieures en *porte à faux* s'il est permis de s'exprimer ainsi, présentent un fond fortement strié par les pressions de celles-ci.

Ces principes admis, les formes les plus variées de dragées se trouvent expliquées, ainsi que la production de sorte d'agrégats de concrétions de même nature.

Nous avons même, grâce aux renseignements précis qui nous ont été donnés par M. Sépulchre, la notion exacte du temps nécessaire dans les galeries de mines de fer de nos régions pour l'achèvement d'une dragée à centre de minerai de fer. Il a suffi de 15 années pour revêtir celles qu'il a découvertes d'une couche de 1 mm. de calcaire blanc, lisse.

Caractères intérieurs des dragées de Trafaria.—Petites ou grandes, elles sont formées d'un noyau plus ou moins irrégulier de calcaire zoné, cristallin, qui a souvent entrainé dans son épaisseur des trainées de sable argileux verdâtre, extrêmement fin, qui reste comme résidu de l'action des acides étendus. C'est la raison pour laquelle, ce noyau étant cristallisé grossièrement de façon à présenter par places des pointements de rhomboèdre métastatique, nous émettons l'avis que ce centre d'attraction est un débris de la paroi des galeries. Fig. 20.

Il se trouve entouré de zônes concentriques plus ou moins régulières de calcaire opaque à grain plus fin, cristallines, mais à tendance fibro-radiée, alternant ou non avec d'autres, plus grossièrement cristallines et translucides.

Dragées de Marbache et de Chaligny.— Les échantillons de ces deux séries sont identiques au point de vue de leur structure intérieure, leur centre d'attraction étant toujours un fragment anguleux ou non de minerai de fer oolithique. Cependant il peut varier dans certaines limites, se trouver dans un cas même, Fig. 15, presque réduit à un minimum d'épaisseur. C'est alors la gangue silico-ferrugineuse du minerai de fer, dans laquelle on ne distingue même plus d'oolithes ferrugineuses, qui a joué le rôle de centre d'attraction, et l'eau paraît avoir ainsi réduit la roche à sa plus simple expression, avant de la revêtir de couches de calcaire pour en faire une dragée.

Du reste, d'autres coupes, en particulier Fig. 11, montrent que le noyau central ferrugineux des dragées a dû subir l'action de l'eau, sa surface supérieure se trouvent amenée à l'état de bouillie par suite probablement de la douche sous laquelle il se trouvait. Les échantillons de Chaligny montrent souvent une épaisseur de près de 1 centimètre de couches concentriques de calcaire blanc, zôné assez régulièrement pour que sur les cassures on puisse les voir séparées par une sorte de décortication.

Dragées de la Chapelle Saint Ursin.— Le pisolithe, Fig. 16, et le nodule pisolithique ferrugineux, Fig. 17, ont été simplement recouverts pour le premier de couches concentriques de calcaire blanc fibroradié, d'une mince pellicule de même nature pour le second.

Il semble résulter de ce qui précède que les dragées, comme les oolithes, ont généralement un noyau ou centre d'attraction tiré des parois des galeries de mines ou d'eaux, qui peut être ou non calcaire, que la chute en pluie des eaux incrustantes en favorise la formation, et que toutes les apparences extérieures qu'elles présentent s'expliquent par des mouvements peu étendus et des pressions locales qui peuvent être intermittents, changer de sens et de direction, d'où recouvrement régulier ou irrégulier de couches de calcaire, usure et glaçures superficielles.

Détails complémentaires sur les galeries de captation d'eau à Trafaria (rive gauche du Tage).— Les dragées de Trafaria proviennent d'une galerie de captage d'une propriété particulière nommée Quinta Guedes, située à 1.500 mètres au Sud du village.

La colline dans laquelle se trouvent les dites galeries est entière-

ment formée par du Miocène présentant une alternance de marnes, de sables marneux et de calcaires marneux.

La galerie presque horizontale est dirigée de l'Ouest à l'Est, c'est-à-dire parallèlement à la vallée latérale dans laquelle elle se trouve. Sa longueur est de 100 mètres, les 64 premiers ne servant qu'à la conduite de l'eau recueillie plus avant. A cette même distance se trouve une petite galerie latérale de 6 mètres de profondeur, s'enfonçant directement dans la colline.

A 70 mètres de l'entrée, un puits vertical, largement ouvert, donne accès à l'air qui circule facilement jusqu'à l'extrémité de la grande galerie et forme un courant d'appel devant l'entrée de la petite.

La première partie (64 mètres) ne donne presque pas d'eau; la galerie latérale en donne en quantité moyenne, suintant par le toit et par les parois, et la majeure partie provient d'une source dans le puits, et de la grande galerie.

J'ai mesuré à deux reprises le débit par 24 heures et ai trouvé 28.000 litres le 6 septembre 1898, c'est-à-dire après une sécheresse prolongée, et 78.700 le 26 mars 1899, soit à l'époque où les sources sont à leur maximum.

Un dépôt stalagmitique recouvre le fond des galeries sur toute leur extension; il est si abondant qu'on a dû l'extraire il y a quelques années et il a déjà 4 à 5 centimètres d'épaisseur; on y a trouvé des bouts de bois, recouverts d'une croûte de quelques millimètres.

Le sol de la petite galerie latérale est couvert d'une croûte stalagmitique très blanche dont la surface présente des crêtes s'entrecoupant en formant des méandres; l'intervalle est formé par un dépôt grumeleux. Les dragées reposent librement à la surface de cette croûte, d'autres y sont empâtées (fig. 9); elles sont tellement abondantes qu'on peut les ramasser à la poignée. Leur taille varie depuis celle d'une tête d'épingle jusqu'à celle d'un œuf de pigeon. J'en ai même recueilli une subcylindrique de 55 millimètres de longueur sur 25 de diamètre.

Il y a aussi quelques dragées au commencement de la grande galerie, mais elles y sont rares et remplacées parfois par un disque de 1 à 2 millimètres d'épaisseur.

Quoique nous ne puissions pas expliquer pourquoi ces dragées se produisent si abondamment dans la petite galerie et manquent presque sur un point aussi rapproché, nous exposerons minutieusement les conditions observées, afin que ce cas puisse servir de point de comparaison pour d'autres localités présentant la même formation.

La galerie latérale est taillée sur toute sa hauteur dans les sa-

bles argileux; une croûte stalagmitique tapisse la paroi opposée à la vallée et le plafond est garni de stalactites d'une dizaine de centimètres de longueur, creuses et fragiles, desquelles tombe goutte à goutte l'eau qui forme les dragées.

Même lors de ma visite dans la saison pluvieuse, la nappe d'eau qui recouvre le plancher était si faible que la surface des dragées était à découvert. Le mouvement de la nappe d'eau est si lent qu'il me semble incapable d'imprimer un mouvement aux dragées.

La dernière partie de la grande galerie est taillée dans le même sable argileux que la petite, et en outre dans des bancs de calcaire marneux; l'eau qui découle des parois est moins abondante que dans la galerie, mais il en sort par contre par les fentes du calcaire.

Cette eau entraîne un peu de sable et un peu d'argile, ce qui n'est pas le cas dans la galerie latérale. Ce fait et peut-être une aération moins active sont les seules différences que nous ayons à signaler pour expliquer l'absence des dragées.

Les collections de la Direction des Services géologiques possèdent deux plaques trouvées à Arieiro près de Lisbonne, provenant de déblais sortis lors du nettoyage de galeries percées aussi dans le Miocène.

Elles sont formées, à leur partie inférieure, par un sable calcaire empâtant de nombreuses dragées de très petite taille, tandis que la partie supérieure, qui est plus compacte, présente des crêtes formant des méandres et contient de grosses dragées à moitié cimentées, comme c'est le cas dans la petite galerie de Trafaria.

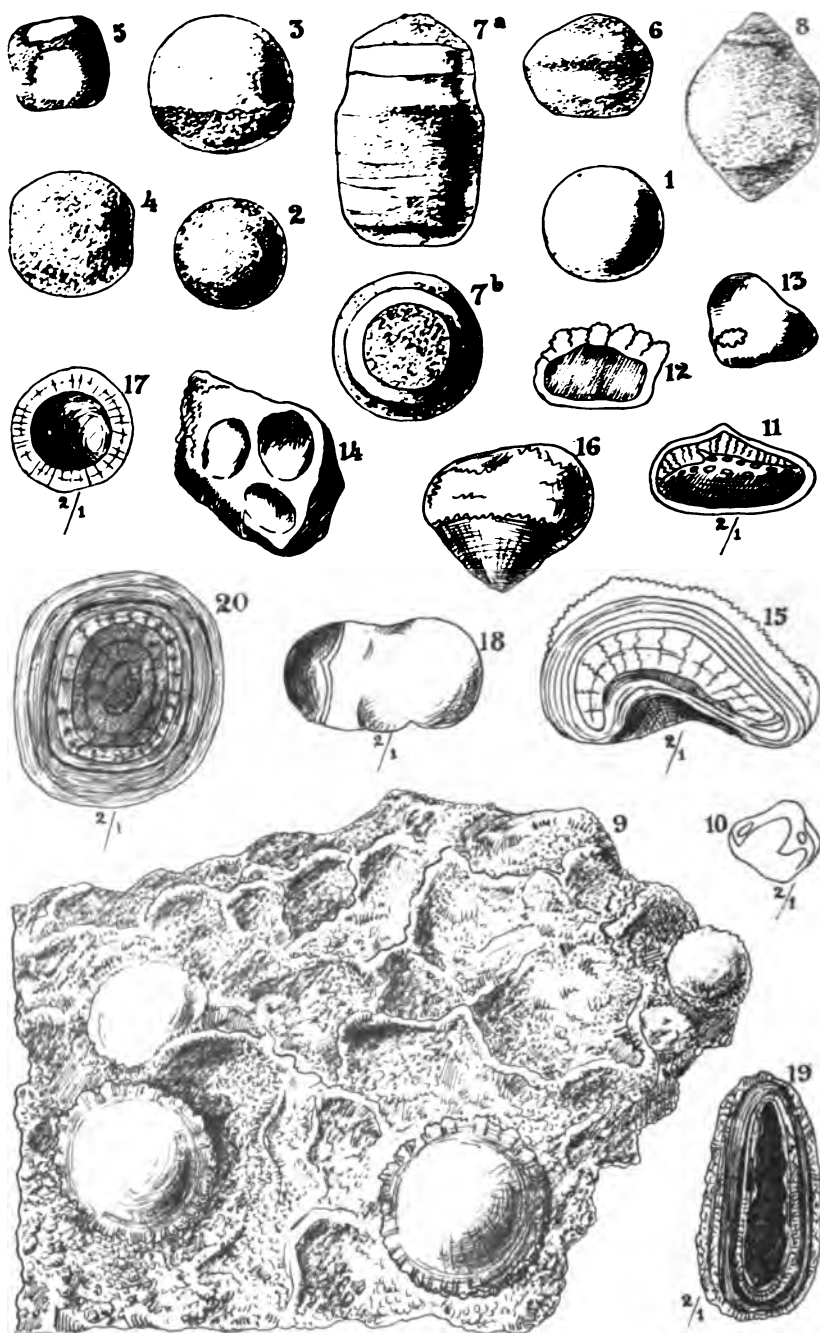
Analyse chimique des dragées de Trafaria.— M. le Dr. Mastbaum a eu l'obligeance d'analyser quelques échantillons de Trafaria, et à trouvé les résultats suivants:

N.° 1ª. Dragée un peu rugueuse, empatée dans la stalagmite.
N.° 1ᵇ. Stalagmite au contact de la dragée.
N.° 2. Dragée sphérique à surface polie.

	N.° 1ª %	N.° 1b %	N.° 2 %
Insoluble dans H Cl	0,17	0,75	0,21
$Fe_2 O_3$, $Al_2 O_3$	0,20	0,14	0,10
Ca O	55,44	54,68	55,38
Mg O	0,47	0,81	0,59

Calculant la chaux et la magnésie en carbonates, on a:

	N.° 1ª	N.° 1b	N.° 2
Insoluble dans H Cl	0,17	0,75	0,21
$Fe_2 O_3$, $Al_2 O_3$	0,20	0,14	0,10
$Ca CO_3$	99,00	97,64	98,89
$Mg CO_3$	0,98	1,70	1,26
	100,35	100,23	100,36

5
3
7 a
6
8
4
2
1
7 b
13
12
17
2/1
14
16
11
2/1
20
18
2/1
15
2/1
2/1
9
10
2/1
19
2/1

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE

Trafaria (formes extérieures)

1.— Dragée sphérique à surface lisse.
2.— » » » granulée.
3.— » » empatée sur $^1/_3$.
4.— » » granuleuse ayant deux impressions lisses, opposées.
5.— » rendue cubique par la présence de six dépressions lisses opposées.
6.— » légèrement conique d'un côté, ayant une dépression lisse sur la face opposée.
7[ab].— Dragée cylindrique, avec zones alternativement lisses et mattes, se terminant par une surface plane à une extrémité, et par une pointe mousse à l'autre.
8.— Dragée conique aux deux extrémités.
9.— Croute recouvrant le fond de la galerie latérale, montrant des dragées à moitié empâtées et les crêtes qui sillonnent la surface. Les traits radiants, de la dragée à l'extrémité inférieure droite, n'ont pas lieu d'exister, cette surface est uniformément granuleuse comme celle des autres dragées.

Dragées de diverses provenances

10.— Dragée de Marbache à surface extérieure montrant une glaçure commune à deux couches très minces superposées avec des taches sans glaçure. Echelle: $^2/_1$.
11.— Coupe d'une dragée de Chaligny avec corps central formé de fer oolithique décomposé à la surface.— $^2/_1$.
12.— Coupe montrant l'inégalité du dépôt calcaire et sa forme différente sur les 2 faces.
13.— Dragée id., dont la face extérieure lisse porte un îlot de calcaire cristallin.
14.— » montrant sa face inférieure avec empreintes de pressions.
15.— Coupe d'une dragée de Chaligny, creuse en dessous, dont le corps central est réduit à une lame mince de minerai de fer délavé.— $^2/_1$.
16.— Dragée de Chaligny en forme de toupie.
17.— Pisolithe de la Chapelle Saint Ursin (Cher) recouvert d'une coque calcaire assez épaisse.— $^2/_1$.
18.— Idem, recouvert d'une mince coque calcaire blanche.— $^2/_1$.
19.— Coupe d'une dragée de Marbache avec centre d'attraction de minerai de fer.— $^2/_1$.
20.— Coupe d'une dragée sphérique de Trafaria avec corps central très réduit, de calcaire, probablement d'origine stalagmitique.— $^2/_1$.

VII

SUR LES MODIFICATIONS SUBIES PAR L'EAU, A DIFFÉRENTES SAISONS, PAR L'EFFET D'UNE LONGUE CANALISATION

PAR LE

DR. HUGO MASTBAUM

La plus grande partie de l'eau nécessaire pour l'alimentation de Lisbonne est fournie par le canal de l'Alviella (affluent du Tage) qui, en été, introduit 24 à 26 mille mètres cubes, sur les 30.000 qui sont consommés journellement. Ce canal, d'une longueur de 114 kilomètres, reçoit presque la totalité de la source de l'Alviella alimentée par la vaste surface de calcaires compactes du Jurassique moyen qui forment la Serra de Santo Antonio.

Dans mon étude des eaux d'alimentation de Lisbonne, publiée en 1895,[1] je n'ai pu analyser les eaux de l'Alviella, qu'après leur arrivée á Lisbonne. Comme il paraissait intéressant, autant sous le point de vue de la géologie que de l'hygiène, de connaître les variations que l'eau de la source de l'Alviella pourrait souffrir dans son parcours fait en grande partie en tuyaux fermés, et sous la forte pression due aux siphons, j'ai analysé en 1898 des échantillons d'eaux pris aux Olhos d'Agua (nom de la source de l'Alviella) et d'autres pris exactement 72 heures plus tard au réservoir d'arrivée (Barbadinhos).

Je tiens à remercier Mr. F. A. Borges de Sousa, ingénieur en chef de la Compagnie des Eaux de Lisbonne, pour la grande amabilité avec laquelle il a bien voulu me prêter son concours pour obtenir les échantillons.

La première série de ces analyses (dont je résume les résultats

---

[1] *O abastecimento das aguas de Lisboa.* Boletim da Direcção Geral d'Agricultura. Lisboa, anno VI, n.º 1.

dans le tableau I) a été faite en mars et avril de 1898 donc après les pluies hibernales.[1]

J'ai fait une seconde série d'analyses après l'étiage, fin septembre et octobre. Le troisième envoi de cette série éprouva un accident pendant le transport, et le prélèvement d'un nouvel échantillon n'a pû être effectué qu'à la fin de novembre, de sorte qu'il y a certainement eu de fortes pluies entre le deuxième et le troisième groupe de cette série.[2]

Les résultats des analyses de la seconde série se trouvent réunis dans le tableau II.

En examinant les chiffres des deux tableaux on remarque tout d'abord la minéralisation assez faible de la source de l'Alviella étant donnée son origine franchement calcaire.

Les pertes en résidu total pendant le trajet de 114 kilomètres varient entre 9 et 12 milligrammes (moyenne 10,6) au printemps, mais atteignent de 20 à 27 (moyenne 23,0) en automne, suivant assez étroitement les pertes en chaux qui se maintiennent entre 1,7 et 6,2 (moyenne 4,7) au printemps, mais s'élevent de 2,3 jusqu'à 16,7 (moyenne 11,0) en automne. Evidemment c'est la température plus haute de l'eau automnale qui provoque une décomposition plus forte des bicarbonates de chaux et de magnésie.

Comme le débit du canal est en moyenne de 25.000 mètres cubes par jour, la perte de 4,7 milligrammes de chaux au printemps correspondrait à un dépôt quotidien de 210 kilogrammes de carbonate de chaux et celle de 11,0 milligrammes en automne à un dépôt de 491 kilogrammes.

L'acide sulfurique diminue faiblement pendant le trajet de l'eau, sans doute à cause de la précipitation d'une partie du plâtre. On note que cette perte en plâtre, du reste presque toujours insignifiante, est plus forte dans l'eau froide que dans l'eau chaude. Quant à la silice, et à l'oxyde de fer et alumine on ne peut guère tirer des conclusions, les différences qui se manifestent en sens divers étant si minimes qu'elles restent parfaitement dans les limites des erreurs d'analyses.

Il n'en est pas de même pour le chlore dont le taux s'est tou-

---

[1] Cette première série a déjà été publiée par mon ami M. Paul Choffat dans les *Communicações* da Direcção dos Trabalhos Geologicos, tom. III, fasc. II, 1898, pag. 197.

[2] A Lisbonne la hauteur de la pluie tombée pendant le mois de novembre a atteint 139,8 millimètres, ce qui dépasse de beaucoup la moyenne de ce mois.

jours montré plus haute dans l'eau arrivée à Lisbonne que dans l'eau correspondante prise à la source. Peut-on en conclure que pendent le trajet des eaux polluées se sont infiltrés dans la canalisation? Il me semble que l'absence absolue d'acide nitreux et d'ammoniaque dans l'eau du réservoir n'appuie pas cette hypothèse. Du reste les analyses bactériologiques régulières de l'eau des Barbadinhos, faites à l'Institut bactériologique de Lisbonne, n'ont rien montré d'anormal aux époques en question. Bien que ce soit un peu difficile à imaginer, il faudra donc admettre que l'augmentation du taux du chlore est due à la concentration de l'eau par évaporation pendant son parcours, dans les parties du canal qui ne sont pas remplies d'eau.

Il est intéressant de constater que la perte des résidus par calcination a toujours été moindre dans les eaux du réservoir que dans celles de la source, c'est-à-dire qu'une partie de la matière organique a disparu pendant le trajet.

Évidemment la purification par autooxydation, phénomène si bien connu pour les eaux des fleuves et des ruisseaux, s'est aussi effectué dans le canal de l'Alviella, se montrant plus accentuée dans les eaux d'automne que dans celles du printemps. L'augmentation bien que très faible du taux de l'acide nitrique dans quelques eaux d'arrivée peut-être appelée à l'appui de l'hypothèse.

Un fait qui attire fortement l'attention de l'hygiéniste c'est le manque de constance dans la composition de l'eau des Olhos d'Agua. Les variations ont déjà été assez fortes pour les échantillons pris au printemps, mais un changement aussi brusque que celui qui existe entre les eaux du 11 octobre e du 30 novembre, donc en sept semaines, est réellement énorme.

On ne saurait pas admettre une simple dilution par l'eau des pluies parcequ'il n'y a pas de proportionalité dans les diminutions.

Ainsi le chlore est réduit à deux tiers en chiffres ronds, l'acide sulfurique à la moitié, la magnésie presque à un tiers, tandis que la chaux n'a passé que de 90,8 à 83,0 milligrammes, avec diminution d'un dixième seulement.

Le caractère entier de l'eau a donc varié d'une fois à l'autre et le problème est beaucoup plus compliqué qu'il ne semble à première vue; il faudra pourtant l'étudier sérieusement parceque le phénomène observé parait rapprocher le danger connu depuis longtemps des eaux circulant dans les massifs calcaires, danger que M. Paul Choffat a déjà signalé en 1885 pour la source de l'Alviella.

25 novembre, 1900.

Tableau I

Milligrammes par litre

COMPOSITION	N.° 1 SOURCE	N.° 2 BARBADINHOS	N.° 3 SOURCE	N.° 4 BARBADINHOS	N.° 5 SOURCE	N.° 6 BARBADINHOS	MOYENNES	
							SOURCE	BARBADINHOS
	26 — III — 98 8 h. m.	29 — III 8 h. m.	3 — IV 8 h. m.	6 — IV 8 h. m.	10 — IV 8 h. m.	13 — IV 8 h. m.		
Résidu à 150° C.	233,2	223,0	204,6	192,2	215,8	206,6	217,9	207,3
» calciné	224,6	214,0	197,8	186,2	208,8	199,4	210,4	199,9
Perte à la calcination	8,6	9,0	6,8	6,0	7,0	7,2	7,5	7,4
Chlore	25,2	26,7	17,7	18,3	21,5	22,0	21,5	22,3
Acide sulfurique	6,0	5,3	4,0	3,7	4,3	4.2	4,8	4,4
» nitrique	—	0,9	0,6	0,7	0,4	0,4	0,5	0.5
» nitreux	—	0	0	0	0	0	0	0
» silicique	5,2	5,0	5,4	7,0	5,7	5,3	5,4	5,7
Oxyde de fer et alumine	1,2	0,7	2,2	1,3	0,9	1,0	1,4	1,0
Chaux totale	86,1	79,9	84,1	82,7	85,1	79,6	85,1	80,7
» soluble	—	5,6	3,9	4,6	5,7	4,2	4,8	4,4
Magnésie totale	12,4	9,3	9,4	8,6	9,5	8,6	10,4	8,8
» soluble	—	1,2	3,8	0,8	1,1	1,9	2,4	1,3
Ammoniaque	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau II

Milligrammes par litre

COMPOSITION	N.º 7 SOURCE	N.º 8 BARBADINHOS	N.º 9 SOURCE	N.º 10 BARBADINHOS	N.º 11 SOURCE	N.º 12 BARBADINHOS	MOYENNES	
							SOURCE	BARBADINHOS
	27 — IX — 98 7 h. m.	30 — IX 7 h. m.	11 — X 7 h. m.	14 — X 7 h. m.	30 — XI 9 h. m.	2 — XII 9 h. m.		
Résidu à 150° C.	253,6	231,4	263,6	236,8	196,4	176,4	237,9	214,9
» calciné	240,0	221,2	242,8	218,0	177,6	168,0	220,1	203,4
Perte à la calcination	13,6	10,2	20,8	18,8	18,8	8,4	17,8	12,5
Chlore	34,9	35,0	36,7	36,8	25,6	27,0	32,4	32,9
Acide sulfurique	4,8	4,7	6,0	6,0	3,4	3,2	4,7	4,6
» nitrique	3,4	2,9	2,6	3,2	1,3	2,2	2,4	2,8
» nitreux	0	0	0	0	0	0	0	0
» silicique	5,4	5,8	5,2	4,4	3,0	3,2	4,5	4,5
Oxyde de fer et alumine	1,4	1,6	0,8	1,0	1,6	2,2	1,3	1,6
Chaux totale	90,4	76,2	90,8	74,4	83,0	80,7	88,1	77,1
» soluble	5,7	4,8	6,0	3,3	4,6	4,2	5,4	4,1
Magnésie totale	12,6	12,5	13,0	12,7	5,8	4,6	10,5	9,9
» soluble	3,8	5,0	3,3	4,8	1,7	1,7	2,9	3,8
Ammoniaque	0	0	0	0	0	0	0	0

VIII

LES SILEX TERTIAIRES D'OTTA[1]

PAR

J. F. N. Delgado

J'ai l'honneur de présenter au Congrès une collection de silex recueillis à Otta, dont une trentaine provenant de la couche de grès tertiaire, et vingt-quatre autres trouvés épars à la surface du sol. Ils sont tous numérotés, et les premiers marqués d'un cercle rouge ou bleu, selon qu'ils provenaient de l'intérieur de la couche ou qu'ils étaient enchâssés à la surface des tranchées naturelles ou falaises que le grès, raviné par les pluies actuelles, montre en beaucoup de points. Parmi les silex trouvés à la surface du sol, il y en a plusieurs qui sont incontestablement tertiaires et qui ont été naturellement séparés de la couche par la seule action des agents atmosphériques.

Les fouilles ont été pratiquées en quatre points différents et en des endroits où il ne pouvait rester le moindre doute sur l'âge du gisement. La roche a été entamée jusqu'à 2 mètres et plus de distance de la surface de la falaise originelle, et les fouilles ont été constamment exécutées en présence de M. Delgado ou de son collègue à la Commission géologique, M. Berkeley Cotter.

De prime abord, on ne peut s'empêcher de reconnaître une profonde différence de forme entre les silex contemporains du grès et ceux trouvés détachés à la surface du sol, ces derniers montrant pour la plupart des formes mieux définies, de sorte que l'on pourrait y voir la preuve d'une taille intentionnelle. Remarquons toutefois, en passant, que la forme des silex tertiaires n'est pas celle que montrent ordinai-

---

[1] Reproduit du Compte rendu de la 10e session du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques à Paris, 1889.

rement les cailloux quartzeux des différentes formations géologiques, qu'ils soient roulés ou non.

Je n'ai pas été assez heureux, continue M. Delgado, pour découvrir dans l'intérieur du grès une seule pièce semblable à celles que feu Carlos Ribeiro a présentées comme ayant été trouvées dans ces conditions. Je ne veux pas mettre en doute l'authenticité de ses trouvailles, la loyauté scientifique m'imposait pourtant le devoir de faire cette déclaration.

Parmi les silex trouvés à la surface du sol et qui semblent être taillés, il y en a un qui mérite de fixer l'attention, puisqu'il montre adhérant fortement à sa surface une portion de grès rougeâtre. Je ferai pourtant remarquer que ce silex a une forme très différente de tous les silex provenant de l'intérieur de la couche. Il n'a pas subi le même transport que les silex évidemment tertiaires, qui ont pour la plupart les arêtes plus ou moins émoussées. En outre, le grès adhérent est bien plus dur que le grès tertiaire, ce qui paraît établir une différence entre ce silex et les autres.

Un petit éclat de silex, à arêtes vives, qui a été trouvé fortement engagé dans la surface de la tranchée, ressemble notablement à celui recueilli par M. Bellucci à Otta, lequel se trouvait d'ailleurs dans les mêmes conditions.

J'observerai enfin que je n'accepte pas la classification que quelques géologues et paléoethnologues ont voulu faire des silex d'Otta en les rattachant à la période quaternaire. A mon avis, il n'y a dans cette localité que des silex tertiaires et autres qui ont été probablement taillés à l'époque moderne, peut-être par des habitants des kjökkenmöddings de Mugem, venus chercher parmi les cailloux d'Otta le matériel nécessaire pour la fabrication de quelques outils dont ils avaient besoin.

Je ne crois pas non plus que la forme, d'ailleurs assez irrégulière, des silex tertiaires puisse s'expliquer par des chocs qu'ils auraient subis par l'action des courants qui les ont chassés; je juge bien plus conforme à l'observation de supposer que l'éclatement des masses de silex a eu lieu par l'action des agents extérieurs, soit quand elles étaient exposées à la surface du sol avant leur transport, soit même dans l'intérieur de la couche de grès. Du reste, je demande à mes collègues de décider si quelqu'uns de ces silex montrent une taille intentionnelle, ce que je ne me sens pas en état de faire.

M. Vilanova. Le silex, trouvé en ma présence par M. Bellucci,

n'était pas placé à l'intérieur du terrain, mais à la surface, et par conséquent le dessin qui figure à la page 101 de l'ouvrage *Le Préhistorique*, de M. Mortillet, n'est pas exact. J'ajoute qu'on peut au moins douter, pour ne pas aller jusqu'à nier, que l'espace compris à Otta, entre le Monte-Redondo et Archino, soit tertiaire.

M. G. de Mortillet. M. Delgado, en véritable naturaliste, vous a présenté les silex qu'il a extraits lui-même de l'intérieur du gisement dans une fouille entreprise à cette intention, et tout à fait séparés de ceux qu'il a recueillis à la surface. Les premiers n'offrent rien de particulièrement concluant. Quoi d'étonnant? Dans les gisements les plus riches, comme Chelles et Saint-Acheul, ne peut-on pas remuer des mètres cubes sans rien recueillir de taillé?

Parmi les pièces de la surface il en est une démonstrative. Sa taille intentionnelle n'est contestée par personne, et dans un des creux produits par la taille, il reste collé à la pierre un fragment ou témoin de la roche. Il est impossible d'avoir un passeport établissant la provenance d'une manière plus concluante.

Du reste, j'ai vu, à Otta, M. Bellucci extraire avec difficulté un silex, indubitablement taillé, de la roche même à laquelle il adhérait fortement.

Les silex d'Otta appartiennent au tortonien, miocène supérieur, comme ceux du Puy-Courny. Or, Puy-Courny a fourni des silex incontestablement taillés. Comme gisement, la coupe qu'en donne M. Rames ne laisse pas de doutes. Il a écrit lui-même, à la suite d'une couche tortonienne: *Couche à silex taillés.*

M. Cartailhac. M. Rames se garde bien de soutenir que les silex du Puy-Courny soient taillés. Il est géologue et se borne à renseigner les archéologues en leur fournissant des matériaux d'étude et de discussion.

M. Boule. J'ai été autorisé et même invité par mon maître et ami M. Rames à déclarer, que ce géologue avait toujours considéré comme un devoir de mettre en lumière toutes les raisons qui pouvaient plaider en faveur de la taille artificielle des silex du Puy-Courny, mais qu'il était loin d'avoir sur ce sujet une opinion arrêtée et définitive. Ayant déjà imprimé ce que je viens de dire, j'ai reçu pour ce fait l'approbation et les remerciements de M. Rames. Je me permettrai en outre de rappeler qu'après étude des divers gisements de miocène su-

périeur dans le Cantal, j'ai expliqué de la façon la plus naturelle, le triage des silex en litige, tous de variété cornée ou pyromaque, triage qui a été donné comme la meilleure preuve d'une intervention intelligente. J'ai démontré que ce triage *merveilleux* était un simple effet de la marche graduelle des érosions du fleuve tortonien n'ayant démantelé partout que les bancs supérieurs de calcaire aquitanien où gisent les seules variétés de silex précitées et n'ayant pas atteint les bancs inférieurs, aux variétés multiples.

M. DE QUATREFACES. Si l'on peut hésiter à attribuer à l'industrie humaine les silex recueillis à Thenay, il n'en saurait être de même, à mes yeux du moins, pour ceux du Puy-Courny. Rien ne manque aux divers types d'instruments recueillis dans ce gisement: plan de frappe, conchoïde en relief et en creux, retouches, etc.

M. G. DE MORTILLET. M. Rames a remis des échantillons du Puy-Courny à MM. Capellini, Chantre, Cartailhac, et à moi-même, et il a été reconnu généralement que si ces pièces avaient été trouvées dans des terrains quaternaires, on n'aurait pas hésité à les considérer comme taillées intentionnellement.

IX

NOTICE SUR LES GROTTES DE CARVALHAL D'ALJUBARROTA (PORTUGAL)[1]

PAR

J. F. N. DELGADO

M. Manoel Vieira Natividade, pharmacien à Alcobaça, a fait l'exploration de plusieurs grottes situées dans la vallée de Carvalhal d'Aljubarrota et dans d'autres vallées contiguës, à une demi-lieue de distance de ce village. Ces grottes, au nombre de dix-huit, et plusieurs autres déjà reconnues dans la même contrée, qui seront bientôt explorées, sont comprises dans la zone de calcaires jurassiques du Malm inférieur, qui s'étend depuis les environs de Rio Maior jusque près de Porto de Moz, parallèlement à la serra d'Albardos ou de Porto de Moz. Il est à remarquer que cette contrée où sont les grottes est absolument sèche; excepté quelquefois dans la rigueur de l'hiver, les eaux atmosphériques disparaissent immédiatement par les fentes et trous irréguliers très nombreux qui traversent les calcaires; il y a cependant quelques sources à peu de distance vers le couchant.

L'exploration de chaque grotte n'a pas été également productive; trois d'entre elles ont toutefois fourni un grand nombre d'os, principalement humains, ainsi que de nombreux instruments fabriqués en silex et autres pierres, des objets de parure, de la céramique grossière et quelques objets en métal. Cette collection, déjà assez importante, servira de noyau au musée municipal, que l'on projette établir à Alcobaça, d'après l'initiative de M. Natividade, secondé par d'autres personnes de la localité.

---

[1] Reproduit du Compte rendu de la 10e session du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques à Paris, 1889.

M. Natividade a l'intention de faire la description des grottes et des objets qu'elles renfermaient; il m'a cependant permis d'examiner sa collection et de faire dessiner plusieurs objets qui m'ont paru remarquables, parce qu'on n'en a pas trouvé de semblables dans les grottes de l'Estremadure fouillées jusqu'à présent.

Les grottes de Carvalhal ont servi d'habitation ou de lieu de refuge et quelques-unes de sépulture. M. Natividade suppose qu'elles n'ont pas été occupées toutes à la même époque et que quelques-unes pouvaient avoir servi d'atelier pour la fabrication d'instruments en silex, vu la grande quantité d'objets moins parfaits et d'éclats irréguliers de cette substance y rencontrés.

On a trouvé dans toutes ces grottes des traces de l'action du feu. M. Natividade a remarqué aussi que les os humains ne sont que très rarement entiers, les fragments de la voûte cranienne prédominant de beaucoup sur les autres os; il y en a cependant de chaque partie du squelette. Dans toutes les grottes il n'a trouvé que six crânes complets ou susceptibles d'être étudiés.

Toutes les grottes sont de petites dimensions. La plus grande, située dans le coteau de Ministra, forme une galerie étroite et profonde de 24 mètres de longueur avec un petite ramification à l'extrémité. Près de l'entrée, il y avait les traces d'un grand foyer avec des cendres, du charbon et des os carbonisés. C'est cette grotte qui a livré une plus grande quantité d'objets: parmi eux il y a une bague, un petit anneau, la poignée d'une arme, une fibule et une épingle en bronze (fig. 1-5); plusieurs plaques de schiste ardoisier micacé, noir, à dessins simples au trait sur l'une des faces, parmi lesquelles nous trouvons intéressantes celles des figures 6 à 8; sur la première de ces plaques on a peut-être voulu représenter la tête d'une chouette. Ils s'est trouvé une autre plaque sans dessins, de schiste micacé blanc (fig. 9), où il y a deux petites cavités circulaires peu profondes à côté du trou de suspension; de nombreux grattoirs et des couteaux les uns en silex, les autres en quartz hyalin, dont l'un mesure $0^{m},065$ de longueur, le plus grand et le plus beau que j'aie vu fabriqué de cette substance; plusieurs pointes de flèche et de trait en silex, parmi lesquelles ont doit remarquer les deux types de ces dernières à surface tout à fait retaillée et à surface lisse des deux côtés, que l'on a découverts dans la Casa da Moura (Cesareda); des perles de forme et grandeurs diverses en jais, en ribeirite, en spath calcaire, en os et en schiste; plusieurs haches en amphibolite et en schiste; un ciseau et une gouge de cette même substance; des nucléus de silex et de quartz

hyalin; des éclats de ces substances; des dents de chien trouées à la racine pour être suspendues; des perçoirs en os; des têtes de grosses épingles en os; des fragments de poterie grossière noire à dessins et à ornements de types divers; un crâne humain entier et beaucoup d'os humains fracturés; quelques restes d'oiseaux, et des os de mammifères.

Dans le coteau de Calatras, quatre grottes ont été fouillées. Dans une d'elles on a trouvé seulement un crâne humain presque complet.

La plus élevée de ces grottes a été, après celle du coteau de Ministra, la plus productive. On y a trouvé, outre un crâne et beaucoup d'os humains et des os de petits mammifères, plusieurs couteaux en silex et en quartz hyalin, des pointes de flèches en silex, des haches en amphibolite, des polissoirs et des perçoirs en os, des fragments de plaques d'ardoise à dessins, de petites pendeloques avec trou de suspension, des perles en ribeirite et en spath calcaire, des éclats de dents de sanglier, et plusieurs fragments de poterie grossière, noire, à dessins simples, mais très variés. On remarque dans quelques tessons l'apparition de la ligne courbe.

Les grottes de Calatras et du coteau de Ministra sont celles qui ont fourni un plus grand nombre d'instruments parfaits et d'autres incomplets; aussi M. Natividade les considère comme ayant servi d'atelier de fabrication.

La grotte du coteau de Mosqueiros a fourni plusieurs objets intéressants, dont un polissoir en amphibolite, un perçoir en os, un anneau fabriqué avec le test d'une valve de pétoncle usée, dont il ne reste que le bord et qu'on trouva enfilé dans un humérus; des haches diverses, des couteaux en silex, des fusaïoles ou petits disques perforés en terre cuite, et beaucoup de poterie grossière, noire. Un vase est particulièrement remarquable, car il a une forme un peu semblable à celui que Paula e Oliveira a découvert dans une sépulture à Murches, bien que dépourvu d'anse. Cette grotte a aussi fourni un crâne et plusieurs os humains, qui étaient accumulés en un point, ce qui nous porte à supposer qu'elle a servi comme lieu de sépulture.

La grotte d'Ervideira, de forme très irrégulière, est un peu éloignée des autres; elle en diffère parce qu'elle a fourni une quantité extraordinaire de coquilles de mollusques comestibles, surtout des valves de *Solen vagina, Mytilus edulis* et *Tapes decussata,* auxquelles se joignaient quelques valves isolées de *Ostrea edulis, Cardium rusticum, Pecten maximus, Pectunculus pilosus* (valves roulées et percées au crochet), *Cassis saburon* et *Patella vulgata.* On a aussi trouvé dans cette

grotte des restes de la tête et du squelette d'un cerf, et une seule vertèbre de poisson; et en outre, plusieurs fragments de céramique très grossière, noire, unie, plusieurs haches en amphibolite, mais aucune parfaite, des perçoirs et des aiguilles en os, deux pointes de flèches en silex, des éclats de dents de sanglier avec trou de suspension, des éclats et des petits couteaux en silex pour la plupart brisés, des meules en ophite, et des plaques unies de grès que M. Natividade croit avoir servi pour la cuisson du pain. Des meules semblables à celles d'Ervideira, mais plus grandes et en granit, ont été trouvées dans la colline de Ferreiros, province de Traz-os-Montes, où il existe aussi des grottes qui ont été occupées dans les temps préhistoriques.

Nous remarquerons enfin la trouvaille très intéressante faite dans cette contrée d'une figurine humaine, probablement celle d'une femme, sculptée sur une lame d'os, laquelle a été trouvée dans une grotte appelée *Casa da Genia*. Cette pièce est traversée d'un côté à l'autre, dans la partie correspondante au bras, par un trou cylindrique, qui servait visiblement pour la suspension. On a trouvé dans la même grotte, ensemble avec cet object, des scories très abondantes de fonderie de fer; des fragments d'un grand vase en terre grossière rouge, et un grand caillou de quartzite de forme un peu ellipsoïdale, mais aplati des deux côtés, très remarquable parce qu'il a sur l'une de ses faces une cavité cylindrique à surface unie, de $0^m,03$ de profondeur et $0^m,02$ de diamètre, entouré de plusieurs autres cavités peu profondes, arrondies de même et à surface unie.

Au fond de la vallée de Carvalhal, en face de cette grotte, on voit des restes d'un fourneau de fonderie de métaux.

Ces quelques indices semblent montrer que cette grotte a été occupée postérieurement aux autres.

X

LE VIII^e CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL

PAR

PAUL CHOFFAT

Sommaire. — Fréquentation. — Excursions. — Réceptions. — Utilité des congrès. — Insignes. — Distribution des rapports. — Exposition. Portugal.
Nombre et nature des séances. — Séance d'ouverture. — Décisions et vœux. — Carte géologique de l'Europe. — Pétrographie. — Glaciers. — Classification stratigraphique. — Reproduction des anciens types de fossiles. — Lignes de rivage. — Coopération internationale dans les investigations géologiques. — Prix international Spendiaroff. — Continuité des congrès.
Section de géologie appliquée. — Communications diverses.

Le VIII^e Congrès géologique international a eu lieu à Paris du 16 au 27 août, dans l'enceinte de l'Exposition, ce qui avait déjà été le cas pour le 1^er, en 1878.

Il comptait plus de 1.000 adhérents et les gouvernements ou les institutions scientifiques de 23 pays étaient répresentés par un ou plusieurs délégués. Le Portugal l'était par M. J. V. Mendes Guerreiro, auquel le Conseil du Congrès adjoignit l'auteur de ces lignes, comme membre du Conseil.

Les géologues français avaient réuni leurs efforts pour que le Congrès de Paris ne le cédât en rien à ceux qui l'on précédé, aussi bien sous le rapport des excursions que sous celui de la réception dans la capitale.

Il avait été préparé une trentaine d'excursions formant un réseau s'étendant sur les différentes régions de la France. Elles ont eu lieu depuis le commencement du mois d'août jusqu'au 2 octobre; celles des environs de Paris ont été faites en partie pendant la durée du Congrès.

Le livret-guide relatif à ces excursions, exécuté avec un soin tout

particulier, forme un recueil précieux, qui sera consulté pendant bien des années par les géologues désirant visiter l'une ou l'autre partie de la France. Il représente une grande somme de dévouement de la part des 45 géologues qui ont laissé momentanément leurs études pour faciliter les excursions à leurs confrères de l'étranger, autant sous le rapport matériel que sous le rapport scientifique.

Les participants à ces excursions, que nous avons eu l'occasion d'entendre, ou qui ont publié leurs impressions, font les plus grands éloges de leur organisation et de l'amabilité des réceptions qui les attendaient en province.

Et que dire alors des réceptions qui nous attendaient à Paris! Invitations générales par le Président de la République, par le Conseil municipal, par le Comité d'organisation, par la Société géologique, par M.me et M. Gaudry, président du Congrès, par le Prince Roland Bonaparte, sans compter les invitations particulières et les distributions de billets pour les principaux théâtres.

Et si l'on ajoute encore les visites aux établissements scientifiques, les attraits de l'Exposition, et, pour beaucoup de congressistes, la nouveauté de Paris, on sera surpris qu'ils aient encore pu trouver du temps et des forces pour assister aux séances du Congrès.

Nous verrons dans un instant que ces dernières n'ont pas manqué d'importance, quoiqu'il soit incontestable que les principales questions d'intérêt général ayant été traitées lors des premiers Congrès, la forme et le but de ceux qui ont succédé se sont peu à peu modifiés.

Les discussions chaleureuses ont disparu des séances et l'attrait principal réside évidemment dans les excursions et surtout dans l'occasion de faire connaissance personnelle avec des confrères que l'on ne connait que par leurs ouvrages ou par correspondance.

A ce sujet, je ferai remarquer que la grande fréquentation qu'ont pris les derniers congrès et le va et vient qui en résulte forcément, rendent assez difficile de savoir à quelles personnes appliquer des noms bien connus, et pour ma part j'ai beaucoup regretté de ne pas avoir réussi à découvrir plusieurs confrères avec lesquels je suis en correspondance. Le même regret étant exprimé de différents côtés, on pourrait y obvier en ménageant dans l'insigne décoratif des congressistes une fente permettant d'y glisser son nom. J'ai entendu dire que ce procédé a été adopté pour un congrès médical, si je ne me trompe, et il me semble que l'on pourrait arriver à ce but sans nuire a l'élégance de l'insigne qui, de simple médaille, est devenue une charmante épingle gracieusement portée par mainte congressiste!

Il est un autre point sur lequel il me semble utile d'appeler l'attention des comités d'organisation des Congrès.

Il est coutume d'imprimer les questions à traiter, rapports des commissions, etc., et de les distribuer aux congressistes à leur arrivée dans la ville du Congrès. Or, il n'y en a evidemment que fort peu qui trouveront le temps de prendre connaissance de ces brochures à tête reposée, pendant les quelques heures qui les séparent de la 1.e séance et encore moins pendant la durée du Congrès. Pour que ces publications atteignent leur but, il faudrait les envoyer quelques jours à l'avance à ceux qui déclarent avoir l'intention d'assister au Congrès.

Il n'y avait pas d'exposition géologique propre au Congrès, mais de nombreux matériaux d'étude étaient disséminés dans l'Exposition universelle.

Il a été distribué aux congressistes un bon nombre de publications faites à l'occasion de l'Exposition et se rapportant en partie à ces séries, principalement par la Bulgarie, le Canada, les Etats-Unis, la Finlande, l'Italie, la Russie.

Naturellement les minerais et les minéraux occupaient le premier rang, mais il y avait quantité d'autres renseignements utiles au géologue; malheureusement le temps ne permettait guère d'aller les découvrir dans les sections les plus diverses: agriculture, forêts, hygiène publique, génie civil, cartographie, enseignement, colonies, etc, etc...

M. Thevenin fait la même remarque dans sa *Notice sur les documents géologiques réunis à l'Exposition:* «Dès la première visite à l'Exposition, on est frappé de trouver pour ainsi dire partout, dans chaque bâtiment, des minerais métalliques, des minéraux, des roches, des cartes géologiques.»

Afin d'obvier à cet inconvénient, des excursions géologiques dans l'Exposition ont été dirigées par des géologues parisiens de la plus haute compétence.

C'est ici le cas de signaler d'autres guides qui ont rendu de grands services: *La cartographie à l'Exposition universelle,* par M. M. de Margerie et Raveneau[1]; la *Liste des collections d'histoire naturelle à l'Exposition,* par M. Adrien Dollfus;[2] les *Notices sur les Musées et Collections géologiques, minéralogiques et paléontologiques de Paris en 1900,* faisant partie du Livret-guide, le *Guide du visiteur à la collection de Minéralogie du Muséum d'histoire naturelle,* etc.

---

[1] Extrait des Annales de géographie, t. IX, Armand Colin.

[2] Journal des Jeunes Naturalistes.

Nous ne quitterons pas l'Exposition sans dire quelques mots de la participation du Portugal. Sa section des mines n'avait assurément pas l'étendue de celle des grands pays, mais quelques mines y étaient fort bien représentées et sa série de minerais était clairement étiquetée, ce qui était loin de se rencontrer partout.

La carte des mines, la carte des eaux minérales et la carte géologique, à l'échelle de 1:500.000, donnaient des renseignements sur l'ensemble du pays. Un panneau de la carte chorographique à l'échelle de 1:100.000, colorié à la main (feuilles 10, 13, 16, 19, 20, 23, 24, 27 et 28), embrassait les régions mésozoïques au Nord du Sado. C'est la première fois que la géologie d'une aussi grande surface du Portugal figure à cette échelle.

Je m'abstiendrai de plus de détails sur la section des mines dont on doit publier le catalogue complet, mais ce n'est pas seulement dans cette section que l'on trouvait des renseignements géologiques.

La carte géologique figurait aussi dans la section d'agriculture, et en réduction dans le *Portugal au point de vue agricole*, magnifique exposé de l'agriculture du pays, dans lequel un chapitre est consacré à l'ensemble de la géologie portugaise, et un autre à la terre végétale.

La même section avait exposé un album renfermant la totalité des feuilles chorographiques coloriées hypsométriquement d'après une gamme fournie par l'auteur de ces lignes. Le volume précité en contenait une réduction au 2.000.000e dans laquelle les difficultés d'exécution avaient malheureusement amené la suppression d'une partie des teintes.

Sur les côtés du Pavillon du Portugal, l'attention était involontairement attirée par les immenses blocs de marbres brèches de l'Arrabida et les plaques d'ardoise de Vallongo. A l'intérieur, on voyait des plans et des vues relatifs aux dunes et aux salines.

Le Congrès proprement dit a eu lieu du 16 au 27 août, les journées des 19, 20, 22, 25 et 26 ayant été réservées pour les excursions dans les environs de Paris et les visites à l'Exposition et aux musées.

Il s'est tenu en tout 14 séances, dont 7 du conseil, 3 séances générales et 2 séances pour chacune des 4 sections:

Section de géologie générale et de tectonique,
Section de stratigraphie et de paléontologie,
Section de minéralogie et de pétrographie,
Section de géologie appliquée et d'hydrologie.

M. Karpinsky, président de la dernière session, ouvrit le Congrès par une allocution sur l'internationalisme et la fraternité des hommes de science, et M. Albert Gaudry, le nouveau président, prononça le discours d'ouverture, dans lequel il rappela les noms des savants décédés depuis le dernier Congrès et indiqua les principaux sujets à traiter dans le Congrès actuel.

M. Charles Barrois, secrétaire général, exposa les travaux du Comité d'organisation, puis M. Leygues, ministre de l'Instruction publique, souhaita la bienvenue aux congressistes, au nom du Gouvernement de la République. Dans son discours, qui fut chaleureusement applaudi, l'orateur définit le rôle de la géologie et des différentes branches de la science qui s'y rattachent et insista sur l'utilité des congrès qui, tout en poursuivant leur but scientifique, créent des relations entre les savants accourant de tous les points du globe, et font disparaître des malentendus regrettables entre les nations.

On s'est beaucoup élevé contre les votes sur les questions scientifiques qui ont eu lieu dans les congrès précédents et on a déclaré avec emphase que ces votes n'ont d'autre signification que de montrer l'opinion générale, qu'ils constituent des vœux et non pas des articles d'un code.

Cette distinction semble assez superflue, dans grand nombre de cas du moins, car les faits ont démontré que l'on cherche à se conformer aux décisions des congrès, lorsqu'on peut le faire sans nuire aux questions scientifiques. C'est incontestablement un grand pas d'accompli vers l'unification des points sur lesquels elle peut avoir lieu, néanmoins nous acceptons avec plaisir la substitution du mot *vœux* à celui de *décision*, puisqu'elle peut calmer les esprits par trop craintifs au sujet de leur indépendance.

Dans l'exposé qui suit, je n'ai pas tenu compte de l'ordre des séances, afin de présenter une certaine classification des matières.

Carte géologique de l'Europe. — M. Beyschlag a été élu président du Comité de la carte, charge devenue vacante par suite du décès de M. Hauchecorne, et il lui fut adjoint M. Schmeisser, directeur de l'Ecole des mines de Berlin, avec voix consultative.

Un grand panneau rassemblait les feuilles déjà publiées, mais l'avenir de cette belle publication n'est pas assuré, car les dépenses dépassent les recettes, aussi le conseil émet-il le vœu que les princi-

paux Etats souscripteurs augmentent leurs subsides en portant de 100 à 150 le nombre des exemplaires souscrits.

L'Italie a déjà donné l'exemple en souscrivant pour 300 exemplaires.

Minéralogie et pétrographie.—Les séances de la section de minéralogie et pétrographie ont eu lieu sous la présidence de M. Zirkel, MM. Fouqué et Rosenbusch étant présidents d'honneur,

Il avait été distribué un compte-rendu des séances de la commission internationale de nomenclature des roches, ayant eu lieu à Paris en octobre 1899, et l'on adopta les *vœux* suivants qui y étaient exprimés.

1. Les noms d'auteurs devront toujours être indiquées à la suite des noms de roches, comme cela est d'usage en zoologie et en botanique.

2. Nomination d'une commission internationale, chargée de publier les noms nouveaux des roches avec leur description aussi précise que possible, avec leur analyse chimique et, au besoin, avec un dessin reproduisant leur structure. Cette publication aura lieu dans le volume des comptes-rendus des Congrès internationaux.

La commission en question, qui remplace la commission de nomenclature, est composée de 38 membres, appartenant à 21 pays différents; chaque pays étant représenté par 1 à 3 membres. Elle a le droit de s'adjoindre de nouveaux membres.

M. Zirkel en est élu président, et on nomme un sous-comité composé de MM. Becke, Barrois, Brögger, Loewinson-Lessing et Pirrson.

3. Il est avant tout désirable de régulariser la nomenclature des roches éruptives, où le manque d'unité est particulièrement sensible. Différents auteurs attribuent une signification et un sens différents à un seul et même nom, et inversement diverses dénominations sont employées pour désigner une même roche, un même groupe de roches ou une même structure. Tous les inconvénients de la nomenclature actuelle peuvent et doivent être écartés, tout au moins pour les grands groupes.

4. La caractéristique des grands groupes (par exemple des familles) doit se baser sur la composition minéralogique appuyée sur la composition chimique et la structure.

5. «*Les grands groupes peuvent être fixés dès à présent, sans gêner le développement ultérieur de la classification, et le démembrement de ces groupes en subdivisions.*»

8. «*Il est désirable de désigner les principaux types de structure par des noms spéciaux.*»

9. «*Il est nécessaire d'éviter l'emploi d'une même dénomination (d'un même terme) dans des sens différents.*»

10. «*On devrait éviter autant que possible l'emploi et la création de différents termes pour désigner la même notion, la même roche ou le même groupe de roches.*»

13. «*Il faut éviter autant que possible, pour les nouveaux types de roches, l'emploi de noms préexistants, en leur assignant un nouveau sens, en restreignant ou en élargissant leur signification.*»

Il est décidé que le *Lexique pétrographique* de M. Loewinson-Lessing, modifié par les observations des principaux pétrographes sera publié en français sous les auspices du Congrès géologique international, et qu'une édition en allemand sera préparée pour le Congrès de Vienne.

On décide en outre la fondation d'un *Journal international de pétrographie* qui sera fusionné avec les Mittheilungen de Tschermak, et pour lequel on sollicitera des subsides des gouvernements.

M. Sacco expose ensuite son *essai de classification générale des roches*, M. W. Salomon un *essai de nomenclature des roches métamorphiques*,[1] M. Weinschenk parle *sur le dynamo-métamorphisme et la piezocristallisation*[1] ainsi que *sur la formation du graphite*, M. Hague *sur les volcans tertiaires de l'Absaroka Range* et M. Sabatini sur l'*état actuel des études sur les volcans de l'Italie centrale*.

La **Commission des glaciers**, élue au Congrès de Zurich, a publié un rapport montrant les résultats généraux auxquels on est arrivé, et indiquant quelles sont les observations à faire.

Vu la nature du mouvement des glaciers, ces études sont particulièrement longues, aussi est il à désirer que cette commission persiste pendant de longues années dans sa tâche, qui consiste principalement à recueillir les observations disséminées dans de nombreuses revues.

---

[1] Ces deux mémoires ont été distribués aux membres du Congrès avec les rapports des différentes commissions.

Jusqu'à ce jour le prince Roland Bonaparte a eu la générosité de subvenir à tous les frais de la Commission.

Classification stratigraphique.— Le Congrès de St. Petersbourg a pris sept résolutions relatives à la nomenclature stratigraphique, et a nommé une commission chargée d'examiner d'autres points.

Ces résolutions sont dictées par l'embarras dans lequel se trouve le stratigraphe par suite de l'introduction d'un grand nombre de termes nouveaux, sans qu'elle soit motivée par des raisons péremptoires, surtout de l'introduction de noms basés sur la géographie. Elles conseillent l'adoption de la priorité, et méconseillent de substituer des noms existants, sous prétexte qu'ils sont mal formés au point de vue étymologique.

Le Congrès de 1900 a adopté les articles suivants:

Article 2

«*Il serait désirable, dans la division des systèmes pour lesquels il n'y a pas de noms usités, comme Dogger, Lias, etc., d'introduire les expressions: Paléo.... Méso.... Néo....*

N.-B. La préfixe *Eo....* pourrait être substituée à *Paléo....* pour abréger les noms trop longs, p. ex. *Eocrétacique.*»

«*Lorsqu'un terme, donné à un ensemble de couches, doit être restreint à la désignation d'une partie seulement de ces couches, on ne doit le conserver que pour les couches les mieux caractérisées paléontologiquement* **et correspondant à la définition primitive.**»

Article 3

L'assemblée se range à l'avis de la Commission de ne pas s'occuper pour le moment de fixer les limites stratigraphiques, ni d'un projet de notation chiffrée des terrains. Elle reconnait par contre l'utilité d'introduire les désinences homophones partout où le génie de la langue le permet, et propose la terminaison *....ique, ...isch, ...ic, ...ico,* pour les divisions de 1e et de 2e ordre, et celle de *....ien, ...ian, ...iano,* pour les étages (4e ordre).

(Nous ferons remarquer que le rapporteur a fait erreur, les divisions de premier ordre ont la terminaison *....oïque,* et non pas *....ique).*

Article 4

Le Président déclare ensuite que le principal objet des délibérations de la Commission a été d'établir les bases de la nomenclature des cinq ordres de subdivisions admis au Congrès de Bologne, et qu'elle a surtout envisagé la question au point de vue chronologique. Il appelle l'attention de l'Assemblée succesivement sur les cinq ordres de subdivision.

a) Divisions de 1er ordre.—**Ères**

«La Commission consacre les grands groupes, généralement admis, et propose de leur attribuer dans la classification internationale les noms usités de *Paléozoïque, Mésozoïque* et *Cénozoïque*, et d'en exclure les termes de *Primaire, Secondaire* et *Tertiaire*, d'usage aussi très habituel.»

b) Divisions de 2e ordre.—**Périodes** = Systèmes

«Les Systèmes (Périodes) auront une valeur très générale. Leurs caractères paléontologiques doivent indiquer une évolution organique, particulièrement caractérisée par l'étude des animaux pélagiques.

«Pour qu'une division soit érigée en Système (Période), il convient que la succession des faunes s'y montre susceptible de subdivisions bien marquées.

«Conformément à ces principes, la Commission admettrait comme division de 2e ordre les Systèmes généralement en usage, au nombre d'une dizaine, mais en laissant une certaine latitude aux auteurs qui veulent en admettre plus ou moins.

«L'Ère paléozoïque pourrait se subdiviser en 4 périodes: **Cambr***ique*, **Silur***ique*, **Dévon***ique* et **Carbon***ique*. La Commission ne se prononce pas sur l'opportunité d'en admettre une cinquième pour le Permien.

«L'Ère mésozoïque se subdiviserait en 3 périodes: **Trias***ique*, **Jurass***ique*, **Crétac***ique*, mais il resterait loisible d'en admettre quatre, en séparant, par exemple le Lias du Jurassique, pour l'ériger en période distincte.

«L'Ère cénozoïque pourrait comprendre 2 périodes: **Tertiaire** et **Moderne.**

c) Divisions de 3e ordre.—**Époques** = Séries

«Pour la subdivision des Périodes (ou Systèmes) la Commission s'est montrée très favorable à la méthode, préconisée par M. Frech, d'utiliser les préfixes *Paléo....*, (ou *Eo....*), *Méso.... Néo....*

Exemples: La Période dévonique se subdiviserait en trois Époques ou Séries: *Eodévon, Mésodévon, Néodévon.*

La Période crétacique pourrait comprendre trois Époques: *Eocrét., Mésocrét., Néocrét.*

Tandis que pour ceux qui voudraient admettre une Période liasique, ne comportant que deux divisions, on aurait seulement *Eolias* et *Néolias.*»

d) Divisions de 4e ordre.—**Ages** = Étages

«La Commission reconnaît que les divisions de 4e ordre n'ont plus qu'une valeur régionale, et ne sont donc pas absolument nécessaires à la classification internationale.

Toutefois, comme dans chaque pays on aura besoin de divisions de cet ordre, lesquelles ne seront pas partout les mêmes, il est bon de leur appliquer une terminologie uniforme. Aussi, sur la proposition de M. de Zittel, la Commission recommande de baser leurs noms sur des localités ou des régions prises pour types; par exemple: *Astien, Bartonien, Portlandien.*

e) Division de 5e ordre.—**Phases** = Zones

«Quant à ces subdivisions, encore plus locales, il sera encore plus difficile d'avoir une terminologie fixe; mais au moins est-il à désirer que la forme du nom rappelle l'ordre de la subdivision et, soit autant que possible, la même pour les différentes Périodes ou les différentes régions.

Aussi la Commission, tenant compte de l'usage très général des zones paléontologiques, pour les terrains de l'ère mésozoïque, recommande de désigner autant que possible les divisions de 5e ordre d'après un fossile caractéristique essentiel au niveau en question:

Exemples: Zone à *Amaltheus margaritatus.*
Zone à *Psiloceras planorbis.*
Zone à *Productus horridus.*
Zone à *Cardiola interrupta.*»

Nous remarquerons que l'exclusion des termes *Primaire, Secondaire* et *Tertiaire* ayant été rejetée, ce qui précède n'est guère qu'une confirmation des résolutions des congrès antérieurs.

Il est vrai que l'on a changé *assise* par *zone,* contrairement au vote du Congrès de Bologne, pour désigner les divisions de 5^e ordre, mais il serait bon de conserver ce mot comme synonyme de *zone,* car les motifs qui avaient fait rejeter ce dernier terme continuent à exister.

Publication par reproduction des types décrits et figurés antérieurement à une époque déterminée.— Depuis plusieurs années on sent dans les pays les plus divers la nécessité de recourir aux types des espèces figurées par les anciens auteurs. M. Œhlert a cherché a réunir les efforts faits dans ce sens, et d'accord avec plusieurs paléontologistes, a proposé au Congrès la reproduction par phototypie des figures des types anciens en y ajoutant une photographie tirée directement de l'exemplaire, lorsque ce sera possible, et en plus, la reproduction textuelle de la dénomination et de la reproduction primitive.

Cette proposition a été acceptée et l'on a nommé une Commission internationale chargée d'examiner les moyens de la réaliser et de présenter au Congrès de Vienne un commencement d'exécution. Cette Commission, dans laquelle le Portugal est représenté, a M. von Zittel comme président, et M. Œhlert comme secrétaire. Elle a déjà commencé ses travaux.

M. Kilian propose en outre la *publication de catalogues et synopsis,* et la *republication photographique des planches des ouvrages paléontologiques rares.*

Nous pouvons dire que ce dernier point a déjà été réalisé pour deux ouvrages précieux, par la Commission des travaux géologiques du Portugal.

M. Depéret émet le vœu *que chaque grand établissement scientifique publie le catalogue des types paléontologiques que renferment ses collections.*

Il y a deux ou trois ans que le British Museum a commencé cette publication et le Service géologique du Portugal s'y est préparé antérieurement au Congrès.

Lignes de rivage.— Sur la proposition de sir Archibald Geikie, on nomma une Commission ayant pour but d'établir une plus grande uniformité dans les études relatives aux lignes de rivage de l'hémisphère nord.

Coopération internationale dans les investigations géologiques.— Sur la proposition du même savant, on nomma une autre commission, chargée d'examiner: 1° Quelles sont les branches de recherches géologiques dans lesquelles l'action internationale parait la plus désirable; 2° Quelles sont les meilleurs moyens pour assurer l'uniformité de méthode dans les recherches?

Il importe en effet que les résultats des investigations poursuivies dans les divers pays puissent être comparables et coordonnés entre eux.

Institut géologique international permanent, pour patroner les investigations fondamentales en géologie.—Cette proposition, faite par M. Chamberlin, n'a pas été jugée viable dans les circonstances actuelles. Il en est de même de la création d'un *Institut flottant international,* qui avait été votée en principe à la session de St. Petersbourg.

Enseignement de la géologie.—A la session de St. Petersbourg, il fut émis à l'unanimité le vœu que les gouvernements de tous les pays introduisent l'enseignement de la géologie dans les classes supérieures des lycées et des gymnases.

Ce vœu a été réalisé en France et en Roumanie, et est sur le point de l'être en Russie, d'après la communication de M. Karpinsky.

Prix international Spendiaroff.—Le Conseil s'est occupé longuement de la fondation de M. Spendiaroff, qui a mis à la disposition du Congrès une somme de 4.000 roubles dont les intérêts doivent constituer un prix en mémoire du fils du donateur, décédé pendant la session de St. Petersbourg.

Cette somme constitue un capital inaliénable, déposé au trésor de l'État russe, la gérence des intérêts étant confiée au Comité géologique de Russie.

Ces intérêts forment un prix à décerner tous les trois ans par le Congrès géologique international, sans distinction de nationalité, aux auteurs des meilleures œuvres concernant la géologie, ou aux travaux scientifiques les plus remarquables sur les questions proposées pour le prix, par les congrès antérieurs.

Il fut décidé qu'à chaque session, le conseil nommerait un jury chargé de décerner le prix et de choisir les propositions, que les ouvrages présentés au concours doivent être envoyés au secrétaire général du dernier Congrès, au nombre de deux exemplaires au moins,

et cela au plus tard une année avant la session suivante, que le droit de priorité pour obtenir le prix appartient aux œuvres traitant les sujets proposés par le Congrès, et que si ces dernières ne sont pas jugées dignes, le jury choisira parmi les ouvrages publiés pendant les cinq dernières années.

Un vote au scrutin secret décerna le prix de 1900 à M. Karpinsky, président du Comité géologique de Russie, qui après des protestations, l'accepta comme s'adressant à tous ses confrères de ce Comité, mais à condition que le montant en serait décerné à un géologue d'une autre nationalité.

Le jury pour le prochain Congrès est formé de MM. Gaudry, président, Marcel Bertrand, Geikie, Karpinsky, Tschernyscheff, Zirkel et von Zittel.

Continuité de l'œuvre des Congrès.—Afin d'assurer la continuité des travaux des Congrès, il est décidé que le bureau sortant est chargé de veiller à l'exécution des décisions du précédent Congrès, jusqu'à la session suivante.

Sur l'invitation du gouvernement autrichien, *on choisit Vienne comme siège du prochain Congrès en 1903*. Quant au suivant, il fut question de la Scandinavie, du Japon et du Mexique.

Section de géologie appliquée.—La grande fréquentation des séances de cette section est une preuve de l'essor que les applications de la géologie a pris dans tous les pays.

Un des résultats de cette nouvelle tendence, qu'il est curieux de constater, est la rapidité avec laquelle les publications sur l'hydrologie se succèdent dans divers pays depuis une dizaine d'années, tandis que jusqu'alors on se bornait à rééditer ou à traduire le traité de l'abbé Paramelle.

M. Mourlon et M. Van den Brœck ont exposé des *considérations générales sur la géologie appliquée*, et M. de Launay sur son *enseignement* mis à la portée du grand public.

L'*hydrologie* a naturellement occupé la première place dans ces séances. Nous citerons des communications de MM. Boursault, Léon Janet, Gosselet, Marboutin, etc.

M. Van der Veur a fait une communication sur l'*agrandissement du royaume des Pays-Bas par le dessèchement du Zuydersee.*

M. Fabre a envoyée une notice sur *le rôle de l'abrasion des plateaux sous-pyrénéens dans la formation des dunes de la Gascogne.*

M. Kunz a parlé des progrès de *la production des pierres précieuses aux États-Unis,* et M. A. de Richard sur l'*origine du Pétrole.*

Communications diverses.— Des communications sur des sujets divers, ne rentrant pas directement dans les questions soumises aux discussions du Congrès, ont été faites à la dernière séance générale et aux sections de géologie générale et de stratigraphie et paléontologie. Je me bornerai à la mention des sujets traités:

DE LAPPARENT.— Sur l'importance des modifications des limites de la terre ferme pour la délimitation des étages.

J. JOLY.— Communications sur la dénudation et la sédimentation. Evaluation à 90 ou 100 millions d'années la durée de la période nécessaire pour que la dissolution des roches ait fourni à l'Océan la quantité de sodium qu'il contient.

STANISLAS MEUNIER.— Dénudation et sédimentation souterraines.

C. EG. BERTRAND.— Charbons gélosiques et charbons humiques.

GRAND'EURY.— Formation de la houille sur place.

LEMIÈRE.— Formation chimique des divers combustibles fossiles.

ZEILLER.— Plantes fossiles du Tonkin.

PAVLOW.— Sur quelques moyens qui pourraient contribuer à l'élaboration de la classification génétique des fossiles.

VORWERG.— Proposition tendant à simplifier la notation du pendage et de la direction des couches.

E. A. MARTEL.— Résultats géologiques et hydrologiques généraux de ses explorations souterraines.

A. GUÉBHARD.— Sur la tectonique des Alpes Maritimes.

G. DOLLFUS.— Derniers phénomènes géologiques dont les bassins de la Seine et de la Loire ont été le théatre.

POPOVICI-HATZEG.— Présentation de la nouvelle carte géologique de la Roumanie, à l'échelle de 1:300.000.

FICHEUR.— Présentation de la 3e édition de la carte géologique de l'Algérie, au 800.000e.

FLAMAND.— Géologie du Sud de l'Algérie.

HUME, BARROW ET BEADNELL.— Observations sur le Sinaï et le désert oriental de l'Egypte.

H. DOUVILLÉ.— Terrains jurassiques de Madagascar.

—— Résultats géologiques de l'exploration de M. de Morgan en Perse.

SCOTT.— Faune de la Patagonie.

ARCTOWSKI.— Communication sur l'ancienne extension des glaciers dans la région des terres découvertes par l'expédition antarctique belge.

WALCOTT.— Formations pré-cambriennes fossilifères.[1]

ROTHPLETZ ET RENARD.— Communication pour affirmer l'indubitabilité de l'existence des Radiolaires indiqués par M. Cayeux dans les phtanites pré-cambriens de la Bretagne.

MATTHEW.— Sur les plus anciennes faunes paléozoïques dans les régions orientales de l'Amérique du Nord.[1]

MALAISE.— Cambrien et Silurien de la Belgique.

PAVLOW.— Sur le Portlandien de la Russie, comparé à celui du Boulonnais.

VAN DEN BROECK.— Sur l'âge des dépôts continentaux (faune de Bernisard) qui en Belgique étaient jusqu'ici considérés comme le représentant du Wealdien.

OSBORN.— Corrélation entre les faunes de mammifères et les horizons tertiaires d'Europe et d'Amérique.

RAULIN.— Tertiaire de l'Aquitaine.

STANISLAS MEUNIER.— Structure du diluvium de la Seine.

HULL.— Terrasses sub-océaniques et vallées des rivières de la côte occidentale d'Europe.

HUDLESTON.— Sur la bordure orientale de la partie septentrionale du bassin de l'Atlantique.[1]

BLEICHER.— Répartition des éléments de destruction ou de déchets de la chaîne des Vosges dans le versant lorrain, et les régions avoisinantes du bassin de la Saône (avec carte schématique).

PARAT.— Communication sur les grottes des vallées de la Cure et de l'Yonne et sur les dépôts crétacés de la bordure du N.O. du Morvan.

---

[1] Mémoires distribués avant le Congrès.

XI

DOLOMIEU EN PORTUGAL
(1778)

PAR

PAUL CHOFFAT

On ignore généralement que le mémorable ouvrage de Faujas de Saint-Fond sur les volcans du Vivarais[1] contient des lettres de Dolomieu sur les environs de Lisbonne.

Cet oubli est explicable par le fait que ce mémoire n'est que rarement consulté de nos jours, quoiqu'il soit encore un modèle de description physique, et qu'il ait joué un rôle prépondérant dans la lutte entre le vulcanisme et le neptunisme. Actuellement, il n'a plus guère qu'une valeur historique et une valeur régionale; il est en outre fort rare, et c'est un in-folio de grande taille, ce qui le fait reléguer dans les parties peu usagées des bibliothèques.

Les lettres de Dolomieu sont au nombre de quatre; les trois premières sont datées de Lisbonne et la quatrième de Berne. Elles sont d'autant plus curieuses au point de vue historique, que ce sont probablement les premières publications du grand pétrographe qui, trois années plus tard, devenait célèbre par sa description des terrains volcaniques de la Sicile.

A Lisbonne, il hésitait à se prononcer sur la nature volcanique du basalte; ce n'est que dans sa lettre de Berne qu'il a triomphé des objections qu'il se faisait à lui-même.

Un note de Faujas de Saint-Fond mérite d'être mentionnée. Elle

---

[1] *Recherches sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay*, etc., par M. Faujas de Saint-Fond. In-folio, Grenoble 1778. Les lettres de Dolomieu et l'examen des échantillons, par Faujas de Saint-Fond, occupent les pages 440 à 448. C'est M. Paul Martin, professeur à Bordeaux, qui a eu l'obligeance de me les signaler.

nous montre un grand homme, arrivant au faîte de sa carrière, reconnaissant le talent d'un débutant et cherchant à le stimuler. En outre, elle fait bien ressortir la préoccupation de tous les géologues de cette époque, qui peut se traduire par ces quelques mots: le basalte est il éruptif? Faujas de Saint-Fond n'en doutait pas, mais nous retrouvons la même hésitation vingt-deux années plus tard, dans les écrits de Link sur les environs de Lisbonne[1].

«Les dernières lettres qui terminent ce recueil sont de M. le chevalier Deodat de Dolomieu, naturaliste doué des plus grandes connaissances en chimie et en minéralogie. Ces lettres sont d'autant plus faites pour intéresser qu'elles contiennent de belles et curieuses observations sur les environs de Lisbonne. M. le chevalier de Dolomieu, entièrement livré à la chimie et à la partie des mines, n'avait pas encore eu le temps de faire une étude particulière et suivie des différentes matières volcaniques, lorsqu'il arriva en Portugal; sa modestie l'empêchait de se prononcer d'une manière affirmative sur les pierres basaltiques du pays qu'il visitait, mais l'exactitude de ses descriptions, la finesse de ses observations ne pouvaient laisser aucun doute aux naturalistes qui suivent la partie des volcans. M. le chevalier de Dolomieu reconnait lui-même, dans ses dernières lettres, que les pierres des environs de Lisbonne sont volcanisées, mais ce combat entre la modestie et l'instruction intéresse infiniment.» (Faujas de Saint-Fond, p. 429.)

Deodat Guy S. Tancrède de Dolomieu naquit à Dolomieu, dans le Dauphiné, en 1750. Il fut dès son enfance alisté dans l'ordre de Malte et à 15 ans était capitaine de carabiniers. Des difficultés avec ses supérieurs le maintinrent pendant quelque temps dans l'isolement, ce dont il profita pour développer son goût pour l'observation de la nature.

C'est vers la fin du mois de janvier de 1778 qu'il arriva en Portugal, comme chevalier d'ambassade du bailli de Rohan, ambassadeur extraordinaire de l'ordre de Malte. Ses lettres sont datées de Lisbonne, des 24 mars, 6 et 21 avril 1778, et la dernière fut écrite à Berne le 5 août de la même année.

Dans la première lettre, il décrit le Monsanto «qui fait partie de la montagne de la Juda». Il spécifie parfaitement la limite entre le ba-

[1] Cette hésitation provient de ce que le manteau basaltique des environs de Lisbonne est stratifié et alterne avec des bancs de marne.

salte et le calcaire, mais sans y trouver de preuves directes de la nature éruptive du basalte.

Il a parcouru les environs de Lisbonne dans l'espoir de trouver d'anciens volcans avec formes reconnaissables, mais est déçu dans son attente.

La deuxième lettre contient une description des différentes variétés de pierres basaltiques. Comme il n'a pas à sa disposition les moyens de faire des expériences, il y recherche l'effet produit sur ces roches par l'incendie qui a accompagné le tremblement de terre de 1755, et observe une vitrification de la surface.

Elle contient aussi les renseignements qu'on lui a donnés sur la Serra d'Estrella, qui serait un ancien volcan au pied duquel se trouveraient des colonnes de basalte, dont une serait conservée à l'université de Coimbre. Ces renseignements erronés provenaient peut être de Domingos Vandelli,[1] qui quelques années plus tard publiait une dissertation sur les volcans de Lisbonne et de la Serra d'Estrella.

Il exprime encore les mêmes doutes dans sa troisième lettre; il a fait de nouvelles observations qui lui font considérer le basalte comme un produit du feu, et d'autres qui prouvent le contraire.

Il a vu que le basalte forme non seulement des collines, mais aussi la plaine de Queluz, où il se trouve en couches verticales et distinctes, mêlé à des pierres de nature différente.

Dans une carrière d'où l'on extrait des pierres pour les pavés, il a vu une sorte de liège fossile, entre chaque couche de pierre basaltique, et au sommet de la colline, du calcaire avec fragments de coquillages, formant des couches horizontales «*stratum super stratum*». A Mafra, il a vu le basalte sous le marbre. «Mais l'endroit de tous le plus fait pour confondre le naturaliste est une montagne à une lieue de Mafra, sur la croupe et au pied de laquelle passe le grand chemin de Lisbonne; elle a son sommet de forme conique, et elle tient par sa base à plusieurs autres montagnes; elle est formée de pierres basal-

---

[1] Domingos Vandelli, fils d'un professeur de l'Université de Padoue, vint en Portugal vers 1765 et fut nommé professeur à l'Université de Coimbre, lorsque l'on y institua les chaires de chimie et d'histoire naturelle, en 1772. Son mémoire *De Vulcano Olisiponensi et montis Erminii*, publié dans le premier volume des Mémoires de l'Académie de Lisbonne, a pu être imprimé entre 1780 et 1788. Le frontispice du volume porte la date 1797.

Comme Vandelli jouissait de grands honneurs en Portugal, il est probable qu'il venait souvent à Lisbonne, et il est ainsi possible qu'il s'y soit rencontré avec Dolomieu.

tiques qui ont plus qu'aucune autre les caractères du feu, et de pierres calcaires à couches parallèles, et un peu inclinées selon la pente de la montagne. La pierre basaltique, en morceaux de différente grosseur et dimension, en fait tout le sommet, et la pierre calcaire la base, pendant qu'un peu plus au loin, dans une autre montagne, la pierre calcaire est dessus et couvre immédiatement la pierre basaltique.»

«C'est ainsi, Monsieur, que dans le même lieu on trouve des faits qui paraissent contradictoires, et c'est ici où il faudrait votre sagacité pour deviner la nature à travers le voile dont elle semble s'envelopper.»

Il remarque en outre que c'est dans cette région que le basalte contient le plus de «schorl noir, long de deux ou trois pouces, et de forme prismatique quadrangulaire».

Il y reconnait que les montagnes de Cintra sont formées par le granite, et que les détritus des roches basaltiques forment les meilleures terres du pays au point de vue agricole.

Enfin, il émet une théorie de la formation du basalte, juste dans ses grands traits, mais il ne l'émet *qu'à condition que des expériences pyrotechniques viennent à prouver que la pierre basaltique est un produit du feu.*

...«on pourrait dire que les volcans qui l'ont formée étaient antérieurs à la dernière alluvion de cette partie du globe, que l'agitation des flots aura détruit toutes les pierres de moindre consistance, comme laves... etc., que la pierre basaltique, formée par une lave qui a plus d'identité et de liaison dans ses parties, aura seule résisté; que les dépôts successifs des eaux, qui sont ordinairement calcaires, auront recouvert quelques parties de ces laves, et laissé quelques autres à découvert; qu'il se sera formé des coteaux calcaires à côté et à l'entour des montagnes volcaniques, qui auront servi de point d'appui; que tous les cratères se sont émoussés; que l'acide marin aura lui-même contribué à la décomposition lente de la surface des basaltes, et à la formation de l'argile, etc. etc. Voilà, Monsieur, un système de plus, mais auquel je ne donne pas plus d'importance qu'il n'en mérite, c'est-à-dire, auquel je laisse faire la fortune qu'il pourra.»

Dolomieu passa encore six semaines en Portugal après avoir écrit sa troisième lettre; la quatrième, datée de Berne, commence par les termes suivants:

«Mes dernières observations en Portugal, où j'ai prolongé mon séjour jusqu'à la fin de mai, m'ont de plus en plus persuadé que toutes les pierres basaltiques que je rencontrais à chaque pas, sont réel-

lement un produit du feu; elles en ont tous les caractères, et il serait difficile d'en méconnaitre l'origine; mais, Monsieur, j'étais étonné des circonstances où elles se trouvaient, de leur mélange avec les pierres calcaires, et de la forme de leurs montagnes, qui n'ont aucune apparence volcanique. Les observations de ceux qui, avant moi, étaient venus à Lisbonne, et qui n'avaient aucun rapport avec les miennes; l'opinion contraire de plusieurs personnes habitant le Portugal, et dans les lumières desquelles j'avais confiance, n'empêchèrent de donner un ton plus affirmatif à mon sentiment. J'avais peur d'effrayer en présentant des faits qui supposent au moins quatre révolutions successives dans cette partie de notre globe.»

Il expose de nouveau que le basalte est un produit volcanique qui repose sur des calcaires marins et est antérieur à d'autres calcaires marins.

Il avait alors reçu des réponses d'Adanson, de Desmarest et de Faujas de S.t-Fond, approuvant ses déductions; il regrette que ce dernier fasse imprimer ses lettres, qui n'étaient pas destinées à la publicité, et lui envoie un catalogue des échantillons qu'il lui a fait parvenir.

A cette dernière lettre suit une étude de Faujas de Saint-Fond, intitulée *Notice sur les matières volcanisées, envoyées de Portugal par M. le chevalier Deodat de Dolomieu à M. Faujas de Saint-Fond.*

Il y décrit le basalte, qu'il trouve en tout semblable à celui du Vivarais, et les laves basaltiques. Il me semble intéressant de reproduire le paragraphe suivant, se rapportant à un minéral qui, actuellement, intrigue encore les minéralogistes:

«N.° 4. Espèce de liège, de cuir ou de chair fossile. Cette matière qui se trouve entre des couches de basalte, est bien étonnante; elle est blanche, quelques fois nuancée de jaunâtre, et même d'un peu de rose; elle se leve en feuillets minces, flexibles, qu'on peut couper avec des ciseaux comme une espèce de carton; les lames qu'on en détache surnagent sur l'eau, s'en imbibent, deviennent demi transparentes, et ressemblent alors à un cuir ou à de la peau: cette substance qui mérite d'être bien étudiée et bien analysée, rougit au feu sans se calciner, ne fait aucune effervescence avec les acides en général; on trouve seulement entre les feuillets quelques portions que l'acide attaque: on y voit même quelques petites crystallisations spathiques calcaires: est ce ici une espèce d'amiante en feuillets? est ce une combinaison particulière d'un dépôt calcaire avec l'acide des laves? c'es ce que je ne suis pas en état de prononcer.»

Les deux derniers échantillons décrits (n.° 9 et 10) ne concernent pas le Portugal, ils proviennent de Cartagène, et auront été recueillis par Dolomieu pendant son voyage de retour car il allait par mer de Lisbonne à Marseille.

Il est évident que le mémoire de Faujas de Saint-Fond n'a pas été connu de Link qui, à la fin du siècle, étudia aussi les environs de Lisbonne et y trouva au contraire les preuves de la nature neptunienne du basalte. Sur ce point le naturaliste de Rostock ne se montre pas aussi bon observateur que Dolomieu, car il affirme que le basalte ne se trouve nulle part superposé au calcaire.

Cette remarque nous fait comprendre l'appréhension avec laquelle Dolomieu avançait une opinion aussi contraire aux idées de l'époque, mais elle n'amoindrit pas la valeur de la description géognostique du savant allemand, qui pendant bien longtemps a servi de base à tout ce qui s'est dit sur la géologie du Portugal.

XII

ECHANTILLONS DE ROCHES DU DISTRICT DE MOSSAMEDES [1]

PAR

PAUL CHOFFAT

Au commencement de mars de 1900, le P. Severino da Silva communiqua une collection de roches du district de Mossamedes, que j'examinai avec mon savant ami M. Jacintho Pedro Gomes, et sur laquelle nous préparâmes un catalogue descriptif, analogue à celui que nous avons publié en 1898 sur les échantillons recueillis par le P. Lecomte dans le district de Benguella.[2]

La notice était prête lorsque je reçus la visite du P. Antunes, apportant une belle collection de roches et, ce qui est encore plus précieux, la promesse d'écrire une notice de géographie géologique sur la région de Huilla, qu'il connait mieux que personne, vu les nombreuses années depuis lesquelles il habite la contrée, et la justesse et la conscience de ses observations.

La perspective de cette publication nous porte à nous abstenir de publier le détail de la collection du P. Severino, qui servira à ajouter des annotations à celle du P. Antunes, et nous nous bornerons, pour le moment, à mentionner quelques traits généraux.

La majeure partie des récoltes des deux missionnaires provient des régions s'étendant entre Mossamedes, Huilla, Kihita et les Gambos; elles se trouvent donc au Sud de celles du P. Lecomte qui s'est dirigé de Benguella à Caconda, Cassinga et de là vers l'Est jusqu'au Cueve; n'atteignant pas 15° 30′ de latitude sud, tandis que les nouvelles ré-

---

[1] Un article sur ce sujet a été publié en portugais dans le n.° 83 du *Portugal em Africa*, novembre, 1900; dans cette traduction j'ai ajouté quelques détails complémentaires relatifs aux instruments en pierres taillées, et aux *Ostracodes* du bassin du Cuengo.

[2] *Communicações*, III, 1898, p. 239.

coltes commençent à peu près à ce parallèle pour se diriger vers le SE. Le P. Severino s'est avancé bien au Sud des Gambos, jusqu'à Humbe et Hinga, c'est-à-dire jusqu'à une faible distance de la limite méridionale des possessions portugaises.

Ce chemin a déjà été parcouru par M. M. Capello et Ivens, sauf la partie Humbe-Hinga (*Communicações*, t. I, p. 342), mais les quelques échantillons que leur immense voyage leur a permis de rapporter sont, naturellement, fort loin de fournir autant de renseignements que ceux des nouvelles récoltes.

La première partie du parcours de Mossamedes au plateau de Huilla a formé le sujet d'un profil de Welwitsch (*Communicações*, t. II, p. 41, pl. IV). Malheureusement, les échantillons que ce savant envoya à Lisbonne, ne parvinrent pas à leur destination, et on ne possède que les quelques notes explicatives qui accompagnent son profil.

Les renseignements géologiques contenus dans l'étude du tracé du chemin de fer de Mossamedes au Bihé[1] sont encore plus précaires.

Nos connaissances sur ces régions se réduisent donc à fort peu de chose, et tous les échantillons qui en proviennent doivent être accueillis avec empressement, surtout lorsque leur lieu de provenance est exactement indiqué.

L'examen de la collection du P. Severino nous surprend en toute première ligne par l'abondance et la variété des *roches éruptives*, une des plus répandues étant le gabbro à labrador.

Le *granite* se trouve au pied de la Serra de Chella, sur le plateau, à Huilla et même dans la vallée du Caculovar (Iorocuto, échantillon de Capello et Ivens).

L'*opale* est fréquente, il y en a des échantillons de Chella, de Kihita et des Gambos; dans cette dernière région, des dépôts siliceux, foliacés et tuffacés, rappelent les dépôts geysériens. Des dépôts analogues, d'une très grande extension, ont aussi été observés dans le territoire allemand, situé plus au Sud, où il existe du reste encore des sources thermales entre le 21° et le 23° parallèles.

Nous avons déjà eu l'occasion de rappeler que des sources thermales ont été signalées sur territoire portugais dans les contrées de Novo-Redondo et de Dombe-Grande[2]

[1] Caminho de ferro de Mossamedes ao Bihé. — Primeira parte: De Mossamedes ao alto da Chella. (*Revista de Obras publicas e minas*, t. XXI, 1900, p. 248.)

[2] *Matériaux pour l'étude stratigraphique et paléontologique de la province d'Angola*, Genève, 1888, p. 57.

Des échantillons de *calcaire concrétionné* proviennent de la vallée du Cunéne. Les missionnaires le nomment calcaire des *mulolas* (torrents ne coulant qu'en hiver); ils l'attribuent à l'évaporation de l'eau s'étant chargée de carbonate de chaux en traversant les calcaires paléozoïques. Ces derniers sont abondants sur les plateaux qui couronnent la Serra de Chella.

Ce calcaire paraît avoir de l'analogie avec le *calcaire du Kalahari*, que les géologues allemands citent dans le bassin du Ovahango, depuis le 28° jusqu'au 27° degré de latitude sud.

Les uns lui attribuent l'origine mentionnée plus haut, les autres pensent qu'il provient de lacs desséchés à l'époque quaternaire, ce qui paraît fort probable pour certaines régions dont les eaux ne traversent pas de calcaires paléozoïques.

Mentionnons en dernier lieu la découverte d'*instruments en pierre taillée* sur le plateau de Huilla.

M. Zboinski, géologue belge, en avait déjà recueilli en 1885 à Mossamedes et surtout à Manyanga, dans la vallée du Congo, mais c'étaient des instruments si grossiers que l'on a émis des doutes sur la taille intentionnelle.

Depuis lors, les observations se sont multipliées dans l'Etat du Congo; elles ont prouvé que ces instruments sont loin d'être aussi grossiers que les premières trouvailles avaient fait supposer, et en plus elles ont fait découvrir des instruments en pierre polie, ce qui a amené à supposer que la totalité de ces instruments appartient à l'époque néolithique.

Ajoutons qu'il y a déjà dix ans que M. Ricardo Severo a fait connaitre des instruments de pierre polie, provenant de la vallée du Quanza,[1] mais le recueil contenant cette notice étant peu répandu, elle a passée inaperçue, et nous ne la trouvons pas mentionnée dans le beau mémoire de M. Stainier sur l'âge de la pierre au Congo,[2] mémoire contenant des considérations sur l'ensemble de l'Afrique.

Le plus parfait des échantillons rapportés par le P. Severino (voyez figure 1), est un éclat convexe sur une face et concave sur l'autre; le tranchant est grossièrement retouché; il peut être qualifié de grattoir.

M. John Evans, à qui j'ai eu l'avantage d'en faire voir un dessin,

---

[1] Revista de sciencias naturaes e sociaes, Porto, 1890.

[2] *L'âge de la pierre au Congo.* Annales du Musée du Congo, série III, Ethnographie et Antropologie, t. I, fasc. 1. 1899.

Fig. 1, grattoir de Huilla, vu de trois côtés; grandeur naturelle

ne le trouve pas assez caractérisé pour pouvoir être rapporté avec certitude à une époque déterminée: paléolithique ou néolithique.

Nous ajouterons que le P. Antunes a aussi rapporté un ou deux silex taillés, récoltés un peu plus au Sud, entre Chibia et les Gambos.

En plus de sa collection du district de Mossamedes, le P. Antunes a fait des récoltes dans une région située beaucoup plus au Nord, entre Dondo dans la vallée du Cuanza et le Lubola, et entre Malange et le Cuengo. Dans ce dernier bassin, il a rencontré à $^1/_2$ lieue du rio Lui, à l'altitude de 780 mètres, un cailloux de pierre meulière, probablement d'origine limnique, contenant des coquilles d'*ostracodes* de 2 à 3 millimètres de longeur, malheureusement fort mal conservées.

Soumis à M. Dollfus et par ce dernier à M. Rupert Jones, ces spécialistes trouvent que les échantillons ne sont pas en assez bon état de conservation pour permettre des déductions certaines. Ce sont soit des *Cythere*, soit des *Cytheridea* pouvant aussi bien provenir du Mésozoïque que du Tertiaire. Les figures ci-jointes ont été dessinées sous la direction de M. Rupert Jones.

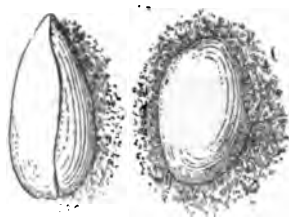



Fig. 2, côté dorsal.— Fig. 3, vue latérale incomplète.
Grossis 10 fois.

XIII

QUELQUES MOTS SUR LA COLLECTION DE ROCHES DE LA PROVINCE D'ANGOLA RÉCOLTÉES PAR LE REV. Pe ANTUNES [1]

La collection de roches rapportée d'Angola par le Pe Antunes, supérieur des missions de Huilla, dont il a bien voulu faire don à notre Musée géologique, se compose de trois séries se rapportant à des itinéraires suivis dans des régions du sud et du nord de cette province, savoir:

I De Mossamedes aux Gambos, 67 échantillons.

II De Dondo à Libolo (bassin du Cuanza), 22 échantillons.

III Bassin du Cuango, 3 échantillons.

Les petites dimensions de plusieurs échantillons n'ont permis de faire des lames minces que d'une faible partie des exemplaires, qui a été étudiée au microscope par M. Vicente de Souza Brandão, pétrographe et minéralogiste de la Direction. Quant à la majeure partie des échantillons, j'ai dû me borner à en faire une détermination à simple vue, ce qui rend leur classification moins sûre, quelquefois même incertaine.

I. Séries de Mossamedes aux Gambos

Ce groupe comprend:

A—*Echantillons de roches récoltés entre Mossamedes et le sommet de la Chella,* n.os 1-8.

---

[1] Il a déjà été fait allusion à cette collection dans un article de M. Choffat inséré précédemment dans ce volume (p. 190).

Cette série est malheureusement très incomplète, une partie des exemplaires étant restée par oubli à Huilla, d'après ce que nous dit le P.[e] Antunes.

Nous y rencontrons un calcaire concrétionné, grossier, avec de gros grains de quartz, appartenant probablement à la molasse marine bien connue de cette région. Ce calcaire se trouve à Giraûl à l'altitude de 145 mètres et forme les terrasses du littoral près de Mossamedes.

Entre Mossamedes et le plateau de Chella il y a des terrains basaltiques et granitiques. Près de la serra de Caniange, à 300 mètres d'altitude, on voit un filon de quartz avec grenat, traversant le basalte.

A Pedra Grande, altitude 420 mètres, un autre d'échantillon de quartz blanc laiteux, avec chlorite, porte l'étiquette: «filon traversant les terrains granitiques». Nous n'avons pourtant pas vu d'échantillon de cette roche éruptive.

La montagne de Chella est formée par des schistes argileux (altitudes 1424 et 1560 mètres), fins, peu micacés, de couleurs claires, couronnés au sommet de la montagne par un grès et un conglomérat rouge foncé, à pâte ferrugineuse (peroxyde de fer) très abondante par places. Ce grès ainsi que le conglomérat se rencontrent à une altitude de 1620 mètres. D'après l'étiquette qui accompagne ce dernier, il est intercalé dans des schistes micacés, et dans ce cas serait contemporain de ceux-ci.

B — *Roches recueillies entre le sommet de la Chella et le lac Onthite en marchant de l'Ouest vers l'Est (12 kilomètres), et du Sud au Nord depuis le ruisseau Chacuto jusqu'à celui de Leva (30 kilomètres)*. Elles forment le versant occidental du plateau, n.[os] 9-25.

A des altitudes de 1600 à 1630 mètres dans les vallées de Viyu et de Catembo et dans la colline d'Ecocoma, on trouve le schiste argileux tendre, de couleur rose, qu'on a déjà vu au sommet de la Chella sur le chemin de Capangombe à l'altitude de 1560 mètres. On trouve aussi à Ecocoma un schiste siliceux ou lithomarge durcie, de couleur rougeâtre foncée.

Dans la vallée de Tyivingiro on voit intercalé au milieu des couches de calcaire qui forment la montagne où est située la Mission, un quartzite blanc, à cassure grenue, qui monte à 1615 mètres d'altitude. Le calcaire est siliceux, compact, à cassure conchoïdale esquilleuse, de couleur grise plus ou moins foncée, même noirâtre, et rougeâtre; il contient des cristaux de pyrite disséminés.

Une caverne à 1600 mètres d'altitude près de Tyivingiro contient

un tuf calcaire spongieux, très dur, enveloppant des débris de végétaux et des restes d'animaux, entre autres l'os ayant supporté la corne d'un jeune buffle. Au milieu du tuf on trouve quelques parties d'un travertin bituminifère percé de cavités qui sont tapissées de druses de cristaux de calcite. L'albâtre calcaire forme le dépôt inférieur de cette caverne.

Intercalé dans le calcaire de Tyivingiro se trouve un schiste verdâtre clair ressemblant beaucoup à celui de la montagne de Chella.

Au dessous de ce calcaire on voit une roche blanche siliceuse, en partie parfaitement compacte et très dure (phtanite), en partie à texture cellulaire et parfois caverneuse, très légère (silex carié ou meulière). Dans l'étiquette qui accompagne cet échantillon on lit: «Roche qui se trouve au dessous du calcaire de Tyivingiro et à travers laquelle coule une nappe d'eau, elle paraît être le résultat de la décomposition du calcaire siliceux».

Dans la Chella à une altitude de 1000 mètres, ainsi que dans les vallées de Jau, du Cangalongi et de Ongeria, entre 1500 et 1700 mètres d'altitude, on rencontre la diabase.

Le plateau de Huilla, à 1600 mètres, est composé de schistes verdâtres et rouges dans la vallée du Cangalongi, à Jau, Tyivingiro.

Le calcaire du Cangalongi renferme des parties où il a la texture lamellaire ou parfaitement spathique.

C — *Roches des plateaux supérieurs de Huilla*, n.os 25–67.

c′ — Plateau de Humpata.

c″ — Plateau de Huilla jusqu'au plateau de Chibia, entre les altitudes de 1900 et 1400 mètres.

c′ — Le sol du plateau dénudé de Humpata au Jau est presque entièrement formé par un grés ferrugineux, poreux, qui montre bien l'aspect des concrétions ferrugineuses au milieu des sables fins pliocènes des environs de Setubal. D'après l'étiquette qui accompagne l'échantillon, cette roche se trouve dans tout l'Angola formant la couche supérieure d'un dépôt moderne, en le comparant à la latérite. En tout cas, je ne crois pas qu'on puisse expliquer sa formation par la seule action des agents atmosphériques.

A Rio Secco dans la Catyana près de Chibia, à l'altitude de 1400 mètres, on trouve un quartzo-porphyre à pâte cornéenne qui se rencontre aussi à Namphaca et sur d'autres points du plateau de Chibia.

Il y est accompagné d'un jaspe rouge brique et d'une quartzo-diorite avec andésine.

c″—Les plateaux de Huilla sont constitués par des grès quartzeux, tantôt poreux par suite d'une cimentation incomplète, tantôt parfaitement cimentés, à grains plus ou moins fins, parfois même compacts, passant alors au quartzite, qui s'y montre également.

A la cascade de la Mucha dans la mission de Huilla, à l'altitude de 1645 mètres, un schiste argileux violet et un quartzite ont été redressés et métamorphisés au contact d'une masse de granitite à biotite verte en grande partie chloritisée et épidotisée. On découvre cette roche dans toutes les vallées.

A 1685 mètres d'altitude dans le Monyino de Huilla, une grauwacke violette, sans doute en rapport avec le schiste précédent, un quartzite grenu fragmentaire contenant des débris anguleux de schiste noir et un jaspe rouge, qnt aussi été disloqués par la granitite d'après le Pe Antunes.

Depuis le Tyitukai jusqu'au Omphituaco le plateau de Huilla est formé par un orthophyre vert-noirâtre à des altitudes de 1650 à 1680 mètres.

Près de Huilla dans le M'phituaco se montre une roche de filon vert-noirâtre à 1635 mètres.

c.‴—*De Chibia aux Gambos.*

Le gabbro à base de labradorite en gros cristaux montre un grand développement entre Quihita et les Gambos, se montrant à des altitudes de 1100 à 1400 mètres. On le rencontre aussi à Caubonge ou Cacolo (Monyino) et à Epangu (Quihita). A Eherero entre Chibia et Quihita, à 1410 mètres, il est traversé par une veinule d'épidote vert, granulaire, très vraisemblablement le produit de l'altération d'une roche basique (pyroxénite?).

Au dessus des gabbros on voit le quartzite à Tyibemba, à 1200 mètres d'altitude.

La pegmatite, ou plutôt le granite graphique, forme un massif à Ononkhuele au milieu duquel se montre la magnétite en grands amas à 1200 et 1150 mètres d'altitude. A Macuma près de Quihita il existe d'après le Pe Antunes une montagne formée entièrement de ce précieux minerai, en outre de grands amas qui se trouvent depuis Quihita jusqu'à la mulola des Gambos[1] à des altitudes de 1300 et 1100 mètres.

[1] *Mulola* est une sorte de canal naturel ou rigole creusée dans un terrain de sables mouvants presque à niveau, qui reçoit les eaux pluviales et les conduit dans un fleuve ou une rivière. Selon que les pluies tombent plus abondamment sur un point

Le calcaire concrétionné des mulolas, qui se trouve à la Nascente au dessous de la Chella et depuis Quihita jusqu'au fleuve Cunene entre 1000 et 1300 mètres d'altitude, renferme des nodules résistants enveloppant des débris du gabbro. A Openbanda dans la mulola des Gambos, il est tendre et montre la texture oolitique.

A la Tephemba, 1200 mètres d'altitude, autour du mont Onthongonthongo, et de là jusqu'à la mulola des Gambos à 1100 mètres, on trouve de la silice concrétionnée et des nodules de calcédoine. A la base du Onthongonthongo on a recueilli de petits cailloux détachés et roulés de quartzite, de jaspe rouge et de calcédoine, sans doute de la même provenance que les échantillons précédents.

Près du mont Onthongonthongo on a obtenu un échantillon d'argile lithomarge blanche, concrétionnée, qui est peut-être le produit d'une source thermale siliceuse comme les geysers de l'Islande et du bassin du Yellowstone, aux Etats Unis, qui projettent de la boue imprégnée d'alun, provenant de l'altération des silicates alumineux par les eaux sulfureuses. La lithomarge aurait ainsi la même origine que la silice dont on a parlé plus haut.

A la Grande mulola près d'Onthongonthongo, à 1150 mètres d'altitude, on a trouvé de la martite (pseudomorphose de l'hématite par de la magnétite) disséminée dans une gangue siliceuse.

Enfin, comme un fait intéressant, on doit ajouter que dans cette localité près de Onthongonthongo, on a recueilli quelques éclats de silex taillés intentionnellement, dont un de couleur foncée avec bulbe de percussion et des retouches est probablement très ancien.

Entre Quihita et Cubale, à 1200 et 1100 mètres d'altitude, le sol est formé par un dépôt sableux, ou grès fin, de couleur foncée.

Près de la Mission des Gambos le sable des mulolas d'Onguluve est très roulé, les grains à peu-près de grosseur égale ayant une forme très arrondie, sous-globulaire.

Dans la deuxième mulola au sud d'Onthongonthongo, à Onguluve, la pegmatite se montre à 1130 mètres d'altitude. Le chemin à chars qui conduit à Onguluve est traversé par un filon d'aplite probablement en relation avec la pegmatite.

Dans la Mission des Gambos à Tyihepepe, à 1100 mètres d'altitude, on voit le gabbro traversé par un filon d'odinite (roche lamprophyrique). On y trouve aussi le granite graphique.

---

ou l'autre de la plaine, et selon la direction des vents qui forment rapidement des dunes élevées, il arrive souvent que les eaux qui coulent dans une *mulola* suivent dans une direction et d'autres fois dans le sens contraire.

A Kalukunkhu, Matunda, à l'est de la mulola des Gambos, on a observé à 1200 mètres d'altitude une syénite biotitique, pauvre en biotite. C'est une roche caverneuse où l'examen microscopique a dévoilé la présence de microcline, oligoclase, zircon (en quantité suffisante), mica (en petite quantité, ayant peut-être disparu en partie par décomposition), magnétite (en partie oxydée passant au martite) et apatite (rare). Comme éléments secondaires: l'épidote et la limonite. Cette roche représente peut-être un faciès marginal d'un massif de granitite.

De Matunda à la mulola à 1130 mètres d'altitude, ón voit un grès fin ferrugineux, ou plutôt des sables fortement cimentés par le peroxyde de fer. Il se peut que ce soit la même roche, indiquée plus haut, qui forme le sol du plateau de Humpata.

Une roche éruptive rouge (granite?) se trouve à Ondyela, à deux heures au sud de la mulola des Gambos, à une altitude de 1100 mètres. On y a reconnu au microscope l'existence dans cette roche de l'albite, du topaze, un peu de calcite, du mica rare, et de l'hématite pigmentaire.

Des fragments de pierres détachés trouvés à la mulola, à 1100 mètres, qui paraissent provenir de filons ou nucléus dans le gabbro, accusent la présence d'un granite à texture pegmatoïde, avec biotite peu abondante et altérée, quartz en partie idiomorphique inclus dans le feldspath, et des grenats; en outre, orthose, oligoclase, quartz résidual. C'est peut-être la même roche d'Onguluve.

Deux échantillons des Gambos complètent la série d'exemplaires recueillis entre Mossamedes et les Gambos. L'un est une épidote granulaire avec calcite et quartz, et un minerai de fer opaque, provenant du lieu dit Caundye, sur la rive droite du Caculovar en face de la mulola de M'Bingiro, peut-être la même roche qui forme un filon à Eherero traversant les gabbros; et l'autre est une topaze (?) altérée, qui provient de la mulola des Gambos à 1130 mètres d'altitude.

II. Séries de Dondo au Libolo, n.os 1-10.

D — *Depuis Dondo jusqu'à la serra Calandula.*

A Quissama sur la rive gauche du fleuve Cuanza, à des altitudes de 130 à 160 mètres, on rencontre le schiste rouge de Capangombe et de Catembo, conjointement avec un calcaire compact très semblable á celui de la vallée de Tyivingiro. On y a obtenu aussi un schiste subluisant métamorphique (?), un gneiss et une granitite.

A Libolo dans la colline Cambingu, à une altitude de 250 mètres, on trouve une granulite [(all.) = eurite (fr.)], roche composée d'orthose, microperthite, microcline et quartz. A 200 mètres on a recueilli au même endroit, en outre de cette roche très feldspathique, un schiste quartzitique.

A Mumbungu, dans la même région du Libolo et à une altitude de 220 mètres, on a découvert un gneiss biotitique avec grenats fréquents et titanite très abondante.

Dans la colline de Calandulu, à l'altitude de 215 mètres, il y a un quartzite grenu à gros grains.

E—*Echantillons de roches recueillies dans la région du Libolo depuis la base de la montagne de Calandulu jusqu'au Calulu,* n.os 11–22.

Dans la montagne de Calandulu on trouve à l'altitude de 640 mètres un quartzite grenu, fin.

A la Mission de Calulu, à 1800 mètres, on a trouvé une brèche granitique rouge, formée de grains clastiques non roulés, de quartz et de feldspath (microcline, microperthite), liés par un ciment fortement chargé d'oxyde de fer. Aux bords de la rivière Luha, à 1800 mètres d'altitude, il y a un schiste argileux blanc, un peu durci.

Les terrains de la Mission de Calulu sont formés par une granitite riche en titanite. Un filon de quartz traverse cette roche à 1850 mètres d'altitude.

A 850 mètres d'altitude, dans les terrains de la Mission, une roche quartzeuse rouge foncé, plus ou moins chargée d'oxyde de fer, forme un filon orienté NE.–NW. au milieu de la granitite.

III. Série. Bassin du Cuango, n.os 23–25.

Sur le chemin de Malange au Cuango le Pe Antunes a recueilli en 1899 dans les terrains de Cafuxi, au bord de la rivière Luhando et à l'altitude de 900 mètres, un échantillon de grès rouge lie de vin, à grain très fin, peu micacé et avec de l'hématite.

Sur le chemin de Malange au Cuango, mais suivant par le Kella, le Pe Antunes a récolté à 780 mètres d'altitude, sur un sol marécageux, à une demi-lieue de la rivière Lui, affluent du Cuango, dans les terrains du soba Quibuna, un galet calcaire très roulé, de forme aplatie, et un caillou de calcédoine avec Cypris (?) figurés page 194.

J. D.

XIV

A EDADE DA PEDRA NO CONGO

POR

XAVIER STAINIER[1]

Foi em 1885 que o sr. Zboïnski, official belga, effectuou o primeiro achado de instrumentos de pedra lascada no Congo.

O facto parecia tão extraordinario que se duvidava da origem da fórma d'esses exemplares; mas novas colheitas no mesmo jazigo, e a descoberta de outras estações com instrumentos de pedra, dissiparam todas as duvidas e mostraram que a civilisação da edade da pedra estava espalhada por todo o paiz.

O sr. Stainier, encarregado das secções de Geologia e de Ethnographia e Anthropologia da grande publicação encetada pelo museu do Congo (Musée colonial de Tervueren), principia a ultima série por uma memoria resumindo todos os dados sobre a edade da pedra no Estado do Congo.

Principia pela descripção das 26 estações até agora reconhecidas, que se estendem desde o littoral até ás margens dos grandes lagos Moero e Tanganika, e do limite norte ao limite sul do paiz. Um mappa, na escala de 1:1.000.000, mostra a posição d'estas estações e a composição geologica do terreno.

Passa depois o auctor ás conclusões que se deduzem dos factos observados.

Encontram-se instrumentos polidos e pontas de flecha, incontes-

---

[1] L'âge de la pierre au Congo. Annales du Musée du Congo, publiées par ordre du Secrétaire d'État de l'État indépendant du Congo. Série III, Ethnographie et Anthropologie.—Bruxelles, 1899.

tavelmente da edade neolithica, misturados com outros, cuja apparencia levaria a classifical-os como sendo da epocha paleolithica, o que leva o auctor a emittir a hypothese de que todos sejam neolithicos.

Até hoje não ha provas da presença do homem quaternario na Africa, e será difficil achal-as, visto que os objectos se encontram á superficie do solo sem vestigios de animaes desapparecidos. Pode ser que o homem quaternario venha a ser descoberto na Africa, mas tambem pode ser que o clima não o obrigasse a habitar cavernas como succedeu na Europa, facto que tornaria mais difficil a conservação dos seus restos.[1]

A falta de tradição nos pretos não permitte saber em que epocha os instrumentos de pedra foram substituidos por instrumentos de metal, ferro ou cobre.[2]

O modo de trabalhar a pedra parece ter sido o mesmo usado nos outros paizes, apesar de não ser tão aperfeiçoado, quer no retoque do lascado, quer no polido, mas esta inferioridade pode provir de não terem os indigenas possuido pedras que se prestassem tão bem ao trabalho como o silex e a obsidiana.

As rochas empregadas são principalmente o grés, de edades e qualidades diversas, o quartzo dos filões, a hematite, a diorite, os schistos amphibolicos, ás quaes vem juntar-se o silex, mas sómente na zona littoral ou sublittoral.

Foram até hoje reconhecidos os seguintes typos de instrumentos, que o sr. Stainier representa em cinco estampas. Reproduzimos estes desenhos, reduzindo-os a metade do tamanho natural.

I. O machado de fórma ellipsoidal, sem gume accentuado.

II. O machado polido, ora symetrico como na figura II^a, ora com corte obliquo como na figura II^b.

III. O pequeno machado ellipsoidal.

IV. O pequeno machado acuminado nas duas extremidades.

V. Pontas de lança de aspecto bastante uniforme, como mostram as figuras. A sua fórma geral é alongada, massiça, differindo enrte siapenas pelo mais ou menos bem acabado do retoque.

VI. Pontas de zagaias de aspecto pyriforme.

---

[1] O rev. padre Antunes observou ossadas de animaes n'uma caverna da serra da Chella, que considerou provenientes de especies actuaes; mas não existirão ossos mais antigos por baixo das possantes estalagmites que cobrem o solo da caverna?

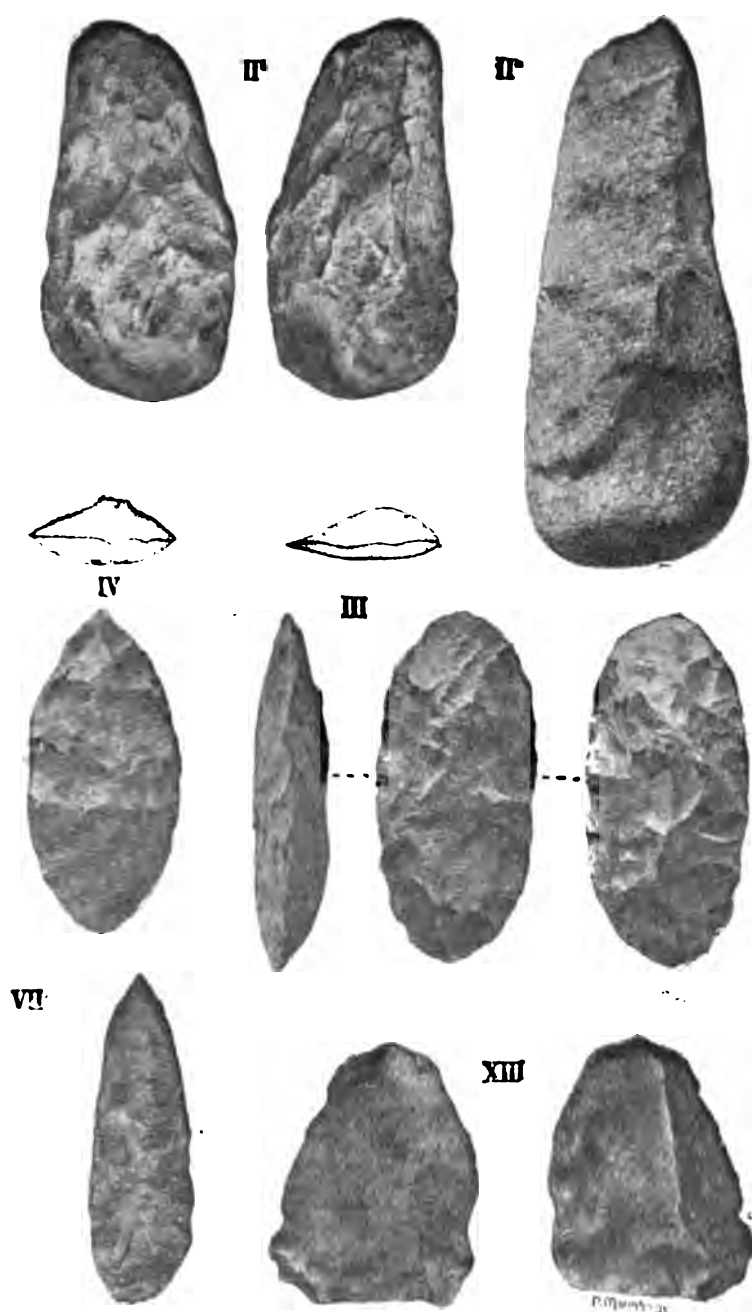
[2] Segundo o rev. padre Antunes houve uma civilisação de instrumentos de madeira anterior ao emprego do ferro.

VII. Pontas de zagaias lanceoladas.
VIII. Pontas de pequenas zagaias, não differindo das pontas de flecha senão em serem mais robustas e mais volumosas.
IX. Pontas de flecha em fórma de amendoas.
X. Pontas de flexa da fórma de folha de salgueiro. Teem o mesmo aspecto, mas são mais alongadas que as precedentes.
XI. Pontas de flexa com barbellas, identicas ás da Europa.
XII. Pontas de flexa de córte transversal.
É provavel que o exemplar representado na figura XII pertença a este typo; julgamos que estava fixado a uma haste de madeira por um dos seus lados mais curtos.
XIII. Raspadeiras. Como os seus congeneres de outros paizes o typo africano é convexo de um lado e concavo do outro.[1]
XIV. Percutores, que não são geralmente mais de que simples pedras arredondadas.

Machado polido, de hematite
(1/3 do tamanho natural)

Considerando o conjuncto d'estas fórmas, estranha o observador a raridade dos instrumentos cortantes e o predominio dos perfuran-

[1] O instrumento colhido pelo rev. padre Severino da Silva (representado a pag. 193) pertence a este typo, mas a sua fórma é mais perfeita, o que talvez se deva attribuir á melhor qualidade da materia prima.

II
II
IV
III
VII
XIII

tes, o que parece denotar um estado de civilisação pouco adeantado, comparativamente ao do neolithico da Europa, onde as pequenas facas abundam em todas as estações. O auctor vacilla em acreditar que esta ausencia seja verdadeira, ou que fossem os colleccionadores que desprezassem estas pequenas fórmas.

Emquanto á situação das estações neolithicas do Congo, o auctor julga poder concluir que os habitantes escolhiam de preferencia os sitios proximos de rochas proprias para fornecerem a materia prima dos instrumentos. A maior parte d'essas estações são situadas em pontos elevados ou outeiros faceis de defender contra os ataques dos inimigos. Tambem ficam na proximidade da agua, notando-se que os outeiros distantes d'este elemento não fornecem instrumentos, embora offereça posições de facil defeza.

Passando a considerações de ordem ainda mais geral, examina o auctor os conhecimentos actuaes ácerca da civilisação da edade da pedra em toda a Africa.

Vê-se em primeiro logar que este continente estava dividido em duas partes bem distinctas, como o está ainda hoje.

As regiões mediterraneas apresentam uma civilisação prehistorica tão perfeita como a da Europa,[1] emquanto que a Africa central e a Africa austral apresentam uma grande inferioridade, apesar da edade da pedra ter tido na Africa uma duração maior de muitos seculos que na Europa. No mesmo lapso de tempo attingia a industria prehistorica da America o maior grau de desenvolvimento que se conhece.

Esta industria pouco adeantada, está por emquanto reconhecida no paiz dos Somalis, na Guiné (Costa do Ouro e paiz dos Achantis), no Soudão occidental, em Angola, e sobretudo nas colonias do Cabo e do Natal.

P. C.

---

[1] O auctor attribue este facto, em parte, á abundancia do silex na Europa e na Africa septentrional, emquanto que este é muito raro na parte da Africa situada ao sul do Sahara. Ora esta rocha, sendo tambem abundante na provincia de Angola, parece que os instrumentos devem tambem ahi ser mais perfeitos, no caso de ser exacto a theoria do sr. Stainier, o que se poderia verificar por colheitas repetidas.

XV

NOVOS APONTAMENTOS SOBRE A «LIBOLLITE»

(Provincia d'Angola)

A Direcção dos Serviços Geologicos de Portugal recebeu ha pouco do Rev.º P.ᵉ Carlos um novo exemplar de «libollite», proveniente de Cambulo (Cambambe), muito interessante pelo tamanho, e mais ainda por estar esta substancia contida na rocha que ali a acompanha.

Na minha descripção da «libollite», no tomo III das *Communicações*, pag. 246, dizia eu não poder indicar a rocha continente d'esta asphaltite, e fallando da «grahamite» da Virginia, mineral semelhante na genese e composição á «libollite», mencionava que ella se encontrava formando veios no *Old Red Sandstone* ou Devonico.

O exemplar agora recebido vem confirmar a semelhança da fórma de jazida, e talvez a epocha de formação d'estas asphaltites.

A rocha que acompanha, ou na qual se introduziu a «libollite», é um conglomerado grauwackiano de pasta schistosa.

A grauwacke, rocha detritica, formada de elementos heterogeneos, umas vezes schistosa, outras grèsosa ou em fórma de conglomerado ou brecha, pelas maiores dimensões e fórma dos elementos que a compõem, disseminados n'uma pasta mais fina, é rocha typica dos terrenos paleozoicos e em especial do systema devonico.

Só pelo simples aspecto do conglomerado grauwackiano, semelhante a rochas congeneres do Devonico, é que sou levado a attribuir-lhe esta edade, porque no Libollo não tem apparecido, que eu saiba, fossil algum caracteristico d'este systema.

O conglomerado grauwackiano do Libollo é formado de pequenos fragmentos lamellares de schisto subluzente, de côr acinzentada, que se depozeram em delgados leitos ou folhas, mais ou menos ondeados, envolvendo, entre si, pequenos elementos rolados de quartzo e

de outras rochas escuras, indeterminaveis, e outros fragmentos maiores de schistos siliciosos, argillosos e de quartzo commum, uns rolados, outros com as arestas quebradas.

A côr d'esta rocha polygenica é cinzento-escura, manchada de pontos claros.

Com o exemplar deveria vir a indicação da sua posição no jazigo; na falta d'este esclarecimento tomarei o veio mais grosso da «libollite» como formando o muro do jazigo.

O exemplar mostra a seguinte disposição do tecto ao muro (isto suppondo que elle representa toda a possança do jazigo):

	Centimetros
Conglomerado do tecto (deteriorado)....	?
Veio regular de «libollite».............	0,4
Conglomerado......................	2,0
Veio muito irregular de «libollite»......	1,0
Conglomerado......................	2,0
Veio muito irregular de «libollite» separado ás vezes em dois ramos.......	1,0
Conglomerado......................	1,0
Dois veios irregulares de «libollite» que terminam em cunha, outras vezes ligam-se atravessando as folhas do schisto ou desapparecem subitamente	1 a 1,5
Conglomerado......................	2 a 3,0
Veio compacto de «libollite»...........	7,0

Os veios de «libollite» seguem quasi sempre a schistosidade do conglomerado grauwackiano, mas ás vezes atravessam a foliação. Esta circumstancia leva a crêr que a «libollite» se depositou posteriormente á formação do conglomerado, o qual, soffrendo pressões geodynamicas, se fendeu segundo os planos de menor resistencia, não excluindo a fragmentação n'outros sentidos, como demonstram o cruzamento da schistosidade e as inclusões do conglomerado nos veios de «libollite».

A «libollite» fórma pois filões, camadas ou veios no conglomerado grauwackiano, e é provavelmente do periodo devonico.

Lisboa, 21 de julho de 1901.

J. P. Gomes

XVI

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA CLASSIFICATION DU SYSTÈME SILURIQUE

PAR

J. F. NERY DELGADO

L'étude que nous avons entreprise de notre système silurique nous a tout naturellement porté à essayer de fixer rigoureusement ses limites supérieure et inférieure; mais, tandis qu'il est très facile de tracer la ligne limite de la base, puisqu'en Portugal il existe une profonde discordance entre ce système et les terrains sur lesquels il repose, la fixation de sa limite supérieure présente au contraire de grandes difficultés en divers endroits où les couches supérieures de ce système passent à d'autres plus modernes.

Il faut tout d'abord remarquer que, tandis qu'autrefois, à l'instar du fondateur du «*Silurian system*» on lui donna une étendue démesurée, en y rassemblant des couches qui en vérité ne lui appartiennent pas, dans ces derniers temps, par une réaction naturelle, on voit au contraire la tendance à le restreindre toujours d'avantage, en en retranchant des couches qu'une étude attentive montre pourtant devoir lui appartenir.

L'illustre Barrande, en suivant les principes de l'école de Murchison, rassembla dans son *Système silurien* toutes les couches paléozoïques du bassin de la Bohême; en plus du vrai Silurien il comprit dans la base de ce complexe, le Précambrique et l'Archaïque, et dans sa partie supérieure, une grande succession de couches que l'on considère généralement aujourd'hui comme appartenant à un terrain plus moderne (Hercyn), contemporain de la partie inférieure du système dévonique.

Dans son étude sur les dépôts les plus anciens du Harz, M. le Dr. Kayser, en exagérant peut-être les idées exprimées par le professeur Beyrich, qui le premier établit cette correspondance, réunit dans le Dévonique inférieur quelques couches qui, selon toute probabilité, appartiennent au système silurique.

Avant de développer ce point nous présenterons quelques considérations qui servent de base aux idées que nous aurons à exposer.

Les observations que nous avons faites sur notre système silurique, surtout dans le Bussaco, montrent que, pendant la formation des dépôts paléozoïques, il y eut dans notre pays plusieurs oscillations du fond de la mer où ces dépôts se sont accumulés, c'est-à-dire, différents mouvements d'exhaussement et d'affaissement, qui expliquent plausiblement la nature et la distribution des mêmes dépôts.

D'abord, les quartzites à Bilobites, qui en Portugal forment ordinairement la base du système silurique proprement dit, occupent une grande étendue par rapport aux autres assises siluriennes, et dans les points où elles paraissent, il manque la faune à Paradoxides, qui au contraire se montre immédiatement au-dessous de ces couches dans le nord-ouest de l'Espagne[1]. Or, la grande étendue de celles-là indique clairement qu'elles doivent leur origine à un mouvement de submersion qui, ayant commencé dans la période cambrienne, embrassa toute l'époque silurienne et une partie de la dévonienne, en immergeant lentement et successivement sous la mer paléozoïque de grandes étendues du sol de la Péninsule.

On a, du reste, la preuve évidente que ce groupe de couches fut formé pendant une période d'affaissement graduel du sol antérieurement émergé, car ce n'est qu'ainsi qu'on peut expliquer la discordance de stratification des mêmes quartzites avec la formation schisteuse précambrienne[2] sur laquelle elles reposent, aussi bien à Moncorvo, dans le Haut-Douro, qu'à Penhagarcia, Villa-de-Rei, Villa-Velha-de-Ródam et en d'autres points de la Beira-Baixa; tandis qu'au Bussaco on voit la transition graduelle des mêmes quartzites à l'ensemble de schistes et de grauwackes rougeâtres sous-jacent, auquel elles succèdent en stratification parfaitement concordante; ces dernières couches recouvrent

[1] Le seul point (Villa-Boim) où jusqu'à présent on ait découvert dans le Portugal les fossiles de la faune primordiale, est très éloigné des quartzites à Bilobites et n'a aucune liaison avec celles-ci.

[2] Indiqué sous la rubrique de «Cambrique inférieur» dans notre carte géologique.

au contraire en transgression le Cambrique inférieur[1]. Cette dernière localité, qui correspondrait peut-être à l'axe ou partie la plus profonde du golfe ou bras de la mer silurienne, et qui par conséquent a été la première à recevoir le dépôt arénacé, est la seule où jusqu'à présent ce passage graduel ait été observé dans notre pays. L'affaissement du sol, tout en élargissant successivement les limites du bassin, aurait provoqué sur d'autres points le dépôt des couches de quartzites moyennes et supérieures de l'assise directement sur les têtes de couches du Cambrique inférieur; il y manque pourtant les couches schisteuses rougeâtres de la base, qui ne paraissent que dans le Bussaco.

Notre illustre collègue Don José Macpherson, dans sa description géologique de la partie septentrionale de la province de Séville, démontra clairement qu'il y a eu dans cette région un affaissement graduel du sol, dont le commencement a coïncidé avec le dépôt des sédiments du Cambrique supérieur. Ce mouvement a été accompagné d'une suite de phénomènes éruptifs qui, selon lui, se sont prolongés, peut-être sans solution de continuité, jusqu'à la fin de l'ère paléozoïque.

Le mouvement de submersion auquel nous venons de faire allusion est sans doute le même; il semble toutefois que pendant qu'il se formait à Séville des dépôts de l'époque cambrienne supérieure, la plus grande partie de notre territoire restait à découvert, en vertu de l'élévation du sol qui s'était produite précédemment et qui empêcha la plus grande partie de la Péninsule de recevoir les dépôts qui renferment la faune primordiale.

Le mouvement de submersion dans la période silurienne n'a atteint que la moitié septentrionale de notre pays lors du dépôt des quartzites à Bilobites. En effet, d'après les caractères lithologiques de la formation de schistes et de grauwackes de la Beira, si semblables en général à ceux de la formation schisteuse qui renferme la faune à Paradoxides dans le versant septentrional de la chaîne Cantabrique, nous fûmes portés à considérer cette formation-là comme représentant le Cambrique inférieur. Ainsi, il manque dans la Beira les dépôts synchroniques du calcaire à *Archaeocyathus* de la province de Séville, qui en Portugal n'est répésenté que dans le Haut-Alemtejo, par la puissante formation calcaire et de quartzites des environs d'Elvas et de Villa-Boim,

---

[1] En France, dans le département de la Mayenne, les schistes rouges font aussi défaut dans un grand nombre de points. M. Œhlert ne les connaît que d'une seule localité, comme il arrive en Portugal (*Notes géol. sur la Mayenne*, p. 29).

immédiatement supérieure aux schistes qui dans cette dernière localité ont fourni les fossiles de la faune primordiale.

En tout cas, les quartzites à Bilobites dans notre territoire ne descendent que peu au-dessous du parallèle de Portalegre et franchissent à peine la ligne divisoire des eaux entre le Tage et le Guadiana près de la frontière[1]; cependant, en pénétrant en Espagne, ils avancent beaucoup plus vers le sud. En effet, d'après les travaux publiés par le Comité de la carte géologique d'Espagne, on sait que le système silurique y est représenté aussi dans sa base par les quartzites et grès à Bilobites; ceux-ci après avoir traversé les provinces de Caceres et de Badajoz, descendent jusqu'à Adamuz, à l'est de Cordoue sur la rive droite du Guadalquivir, cette localité étant la plus méridionale où cette assise ait été jusqu'à présent découverte dans la Péninsule. Ce point est situé à une latitude bien inférieure à celle de la serra de Portalegre; aussi, comme les couches y sont subitement interrompues par la faille du Guadalquivir, on doit présumer qu'elles se prolongeaient encore plus vers le sud, tout en gardant toujours les mêmes caractères pétrographiques et paléontologiques que nous leur reconnaissons dans la province de Beira-Baixa et au Bussaco.

Le mouvement d'affaissement du sol durant l'époque ordovicienne, à laquelle nous nous sommes rapportés, fut assez irrégulier et n'embrassa pas également toute la surface du pays. A l'extrémité nord-est du Portugal les dépôts de cette époque ne sont représentés que par les quartzites de la base du système y montrant leur moindre épaisseur, tandis que ces dépôts acquièrent leur plus grande importance dans les affleurements les plus occidentaux, spécialement au Bussaco.

Après la formation de l'assise de quartzites à Bilobites, tandis que le mouvement d'affaissement du fond de la mer silurienne se réalisait dans nos latitudes, un autre mouvement en sens contraire ou d'exhaussement du sol, commençait, à ce qu'il semble, à l'est de la Beira. Ce mouvement s'est propagé graduellement vers le nord-ouest embrassant le Bussaco, et plus tard aussi la partie inférieure du bassin du Douro et d'autres contrées; il est vraisemblablement en rapport avec une émission diabasique, se montrant au Bussaco avec sa plus grande intensité presque vers la fin de l'époque ordovicienne, mouvement rendu

---

[1] Près de Barrancos il y a une assise de quartzites ressemblant beaucoup aux quartzites à Bilobites, mais on n'y a pas découvert les fossiles caractéristiques de ces derniers; en plus, cette assise n'a pas la même continuité. Elle n'appartient pas à la même époque, mais est beaucoup plus récente.

évident par la suspension subite, dans cette contrée, des dépôts de cette époque. Le centre de l'intumescence étant du côté de l'est, les couches schisteuses du Silurique inférieur, qui accompagnent les quartzites à Bilobites dans les affleurements du côté de la frontière, doivent être, comme elles le sont en effet, des plus anciennes; c'est encore par cette raison que les couches les plus supérieures à *Trinucleus* et *Dalmanites Dujardini* se trouvent confondues et mal représentées dans l'affleurement de Villa-de-Rei, tandis qu'elles acquièrent un grand développement au Bussaco, cette contrée étant plus occidentale.

Ce mouvement ascensionnel correspond donc à un foyer volcanique, qui manifesta son énergie par plusieurs éjections diabasiques et en même temps par l'émission de sources minérales jaillissantes, à laquelle est due la formation de dépôts qui, à ce niveau-là, ne se trouvent sur aucun autre point de nos bassins siluriens.

Ce mouvement eut, cependant, une action locale, il se fit avec interruptions et seulement dans quelques endroits, toutefois sans suspension du mouvement général d'affaissement qui s'opérait dès la période cambrienne. Ce dernier mouvement a permis la formation, à Vallongo et à Barrancos, d'un groupe de couches plus récentes, qui n'est pas représenté au Bussaco.

L'émission diabasique se manifesta dans cette région à des niveaux différents à partir des couches schisteuses siluriennes les plus inférieures; mais elle eut sa plus grande extension vers la fin de l'époque ordovicienne, témoin les puissantes nappes de roche éruptive que l'on observe entre Cassemes et Palmazes, et avec moins de développement au sud du Mondego. Il me semble que cette action volcanique ne s'est fait sentir que dans cette contrée, parce qu'en nul autre point de nos bassins siluriens on ne découvre le plus léger indice d'émission de roches éruptives pendant l'époque ordovicienne. Par contre, on observe qu'un phénomène analogue a eu lieu à Barrancos à l'époque gothlandienne.

L'éruption diabasique a été sous-marine et très probablement sous-littorale, ayant eu lieu près du rivage de la mer silurienne. Il n'est donc pas étonnant que dans la branche orientale du synclinal du Bussaco, où l'on voit les plus puissantes masses de diabase, les dépôts sédimentaires aient acquis plus d'épaisseur, puisque l'expulsion de masses si volumineuses a sans doute provoqué l'affaissement local du fond de la mer antérieurement soulevé en ce point; par conséquent l'épaisseur des dépôts a pu facilement s'augmenter. On peut aussi considérer comme preuve décisive du mouvement ascensionnel dont nous parlons le fait

qu'en aucun autre point de la Beira la série ordovicienne ne présente autant de développement qu'au Bussaco, pas même dans le grand affleurement sud-occidental de Villa-de-Rei, où les assises supérieures de cette série paraissent confondues en une seule. On trouve surtout cette preuve dans la diminution progressive de l'épaisseur des dépôts schisteux de l'Ordovicien, que l'on observe en marchant du nord vers le sud de la Beira. Ils sont déjà assez réduits dans la vallée du Tage, et dans la serra de Portalegre les schistes du Silurique supérieur suivent immédiatement aux quartzites à Bilobites, qui ont d'ailleurs moins d'épaisseur qu'au Bussaco. Les quartzites à Bilobites manquent même en Portugal au sud de cette montagne.

Ce mouvement d'exhaussement s'accentua, donc, dans la région du Bussaco; jusqu'à ce qu'enfin, après la formation dos calcaires de Sazes et des dépôts hydrothermaux qui les accompagnent, l'action volcanique étant tout-à-fait éteinte, la formation de dépôts ordoviciens fût définitivement interrompue; tandis que les schistes graptolitiques inférieurs de Barrancos se déposaient presque contemporainement dans le Baixo-Alemtejo, et les schistes les plus supérieurs de Vallongo dans le bassin du Douro, en des points qui en ce moment étaient encore occupés par la mer silurienne.

Comme il n'existe à Vallongo aucun représentant stratigraphique du complexe silurien de l'Alemtejo immédiatement supérieur aux schistes de Barrancos (ou de la carrière de Mestre André), on doit conclure que dans le nord du Portugal le mouvement d'élévation ne se fit sentir, par rapport à la suspension des phénomènes sédimentaires, qu'après la formation de ces schistes, tandis que dans le sud du pays le mouvement d'affaissement, initié à une époque antérieure, se poursuivait sans interruption, en sorte que ce groupe de couches a pu se former.

Les dépôts accumulés durant l'époque ordovicienne furent lentement élevés et fortement dénudés sur quelques points pendant la période de gestation des phénomènes volcaniques; ainsi, il s'est interrompu localement le mouvement général d'affaissement, qui venait de s'opérer dès la période cambrienne et qui dura jusqu'aux premières phases du Dévonique, donnant lieu à la formation de l'épaisse série de dépôts paléozoïques inférieurs.

Néanmoins, tandis que dans le Bussaco se produisait le mouvement d'élévation qui finit par interrompre le dépôt de sédiments, en mettant à découvert le fond de la mer vers la fin de l'époque ordovicienne et au commencement de l'époque gothlandienne, dans la région du sud, à Barrancos, et dans celle du nord, à Vallongo, continuait le

mouvement de dépression lente, qui détermina la formation de l'épaisse assise de schistes à Graptolites, lesquels accusent un dépôt littoral, ou d'eaux basses. Ces schistes, qui marquent la phase de liaison entre les deux grandes divisions du système silurique, doivent par conséquent être considérés comme correspondant au *Llandovery group* du nord du Pays de Galles. De même que dans cette contrée, une très grande perturbation et une vaste dénudation a aussi précédé au Bussaco le commencement des dépôts du Silurique supérieur, qui est, en effet, séparé du Silurique inférieur par une forte discordance.

Les dépôts de cette époque intermédiaire sont amplement représentés en Portugal, comme nous l'avons dit, par une formation schisteuse puissante, renfermant une faune graptolitique variée; les couches les plus supérieures contiennent principalement des plantes marines et de nombreuses traces du passage de vers, ce qui prouve leur formation littorale.

Les considérations que nous venons d'exposer pourraient nous porter à joindre au Silurique inférieur une partie du grand affleurement silurien de l'Alemtejo, que nous tenons pour équivalent du Llandovery group d'Angleterre, puisque le mouvement d'affaissement, auquel est due la formation des dépôts ordoviciens dans la Beira, a atteint cette contrée méridionale sitôt après que les phénomènes éruptifs du Bussaco ont été terminés, pendant qu'il y avait une interruption de sédimentation dans cette dernière contrée. Cette opinion est d'ailleurs en harmonie avec les idées exprimées par M. Etheridge dans son discours présidentiel prononcé dans la séance annuelle de la Société géologique de Londres en 1881, idées partagées par Barrande, d'après ce que je lui ai entendu dire quand j'eus l'honneur de lui rendre visite à Prague au mois d'octobre de la même année.

En effet, selon M. Etheridge, on doit prendre comme limite supérieure d'un système le niveau où la faune de ce système disparait entièrement. Or, le Lower Llandovery représente le sommet du Caradoc et de Bala, et sa formation coïncide avec l'exhaussement du fond de la mer caradocienne. Sa faune se compose de 68 genres et 204 espèces, ayant reçu du Caradoc 50 genres et 105 espèces, ce qui lui imprime un caractère ordovicien très prononcé. D'un autre côté, l'Upper Llandovery étant étroitement lié à cette division inférieure, car les deux tiers des genres et plus de la moitié des espèces qu'il renferme sont communs aux deux divisions, il s'ensuit logiquement que les affinités de l'étage entier sont plutôt ordoviciennes que gothlandiennes.

La liaison des dépôts siluriens de l'Alemtejo avec ceux du Minho est évidente; il semble même que les deux contrées de Barrancos et de Vallongo aient partagé des mêmes conditions bathymétriques, en se trouvant peut-être placées presqu'à égale distance du centre de soulèvement, situé à l'est de la Beira.

L'apparition de plusieurs espèces de *Didymograptus* à Paço (à l'est de Vallongo) nous prouve à l'évidence leur parallélisme avec les schistes inférieurs de la carrière de Mestre André (Barrancos). Cette preuve est surtout fournie par la présence de *D. geminus* dans les deux localités. Si l'apparition de ce genre d'Hydrozoaires doit faire considérer ces schistes comme appartenant au Silurique inférieur, les couches inférieures de Graptolites de Barrancos doivent à meilleur droit lui appartenir aussi, ces couches étant sousjacentes aux schistes de cette carrière.

Toutefois, il faut reconnaître qu'en admettant cette hypothèse, ces dernières couches doivent correspondre à la partie culminante de l'Ordovicien, parce que l'horizon fossilifère qu'elles représentent est placé bien au-dessus des couches plus supérieures de la série trilobitique de Vallongo, et qu'elles ont sans doute été formées postérieurement à l'extinction des phénomènes volcaniques dans le Bussaco.

Le mouvement de submersion, qui continua pendant toute l'époque gothlandienne, s'est produit avec assez d'intensité dans quelques points, attendu que les dépôts formés alors ont en partie le caractère sous-pélagique, embrassant une aire différente et beaucoup plus grande que celle occupée par les dépôts ordoviciens. Ce mouvement fut, cependant, assez inégal; il semble même que parfois dans certains points il devint très rapide, les dépôts y ayant acquis le caractère infralittoral ou d'eaux profondes; de là l'irrégularité de la distribution des dépôts siluriens et la variabibité de leur épaisseur dans les différents points où ils se sont formés.

Dans le Bussaco les dépôts de la série gothlandienne commencent avec les schistes à nodules avec *Cardiola interrupta*. On n'y trouve point les couches les plus supérieures de cette série (qui paraissent, par contre, à serra de Portalegre et près de Carvoeiro dans le grand affleurement de Villa-de-Rei) parce qu'elles furent entraînées par la dénudation, ni, comme nous l'avons vu, les couches les plus inférieures de la même série, qui ont tant de développement à Vallongo et dans l'Alemtejo.

Au commencement de la période dévonique finit définitivement le mouvement d'affaissement du fond de la mer, tout en se transformant en un autre mouvement, en sens contraire, qui a fait émerger tout

notre territoire, en empêchant la formation de nouveaux dépôts jusqu'au commencement de la période carbonifère ou du Culm. Par cette raison le système dévonique est représenté en Portugal pour ainsi dire rudimentairement; il l'est à peine par ses dépôts plus anciens, les schistes à Néreites de S. Domingos, et les schistes à Spirifers de la serra de Portalegre et de la colline de San-Felix près de Povoa-de-Varzim. Ces schistes paraissent d'ailleurs en connexion intime avec les derniers dépôts graptolitiques du Gothlandien, c'est-à-dire, de l'époque immédiatement antérieure, la limite entre les deux systèmes étant très difficile à tracer.

Comme nous l'avons dit, la fin de l'époque ordovicienne dans notre pays coïncida avec de graves perturbations physiques, qui préparèrent les conditions biologiques propres à l'extinction de la faune seconde silurienne et son remplacement par la faune caractéristique du Silurique supérieur. Dans le Bussaco cette terminaison est annoncée par l'apparition soudaine d'un grand nombre d'espèces nouvelles, et d'autres qui, à ce temps-là, vivaient vraisemblablement hors de cette région, et qui vinrent se mêler dans la même strate avec les espèces de la faune seconde y existant encore. Cependant, à la rigueur, on ne doit proprement considérer le commencement du Gothlandien dans nos latitudes que lorsque cessa la perturbation sédimentaire occasionnée par l'éruption diabasique et par l'émission des sources minérales concomitantes.

Nous ne saurions déterminer avec certitude comment s'est produit ce mélange d'espèces. Il est cependant plausible de supposer que les mouvements du sol qui accompagnèrent l'émission diabasique, concomitante à l'apparition de ces espèces, ont produit la rupture de quelque isthme ou la suppression de quelque obstacle physique qui, auparavant, rendait les deux faunes indépendantes.

Il est, pourtant, deux faits très importants qui se rattachent à ce phénomène et qu'il convient d'indiquer.

Le premier c'est que quelques-unes de ces espèces, ou d'autres très rapprochées, ont habité les mers siluriennes de la zone paléozoïque de l'Europe septentrionale et de l'Amérique du Nord, y caractérisant l'époque silurienne supérieure. De la sorte, on a la preuve que, tandis que dans nos latitudes la faune seconde silurienne florissait en son plein développement, un profond changement dans les conditions vitales s'était déjà effectué dans les contrées plus septentrionales. Il y eut donc une anticipation dans les phénomènes biologiques

ou de modification des faunes par rapport à l'aire occupée par notre pays.

L'autre fait c'est que la prédominance parmi ces espèces de plusieurs formes de Trilobites, Gastropodes, Brachiopodes, Echinodermes et Polypiers, qui n'existaient pas antérieurement dans notre mer silurienne, permet de présumer que leur introduction dans le bassin du Bussaco s'est faite, non pas lentement d'après les lois générales de la dispersion des espèces, mais subitement par suite d'une convulsion du sol, qui leur ouvrit tout-à-coup le passage vers la mer de l'intérieur de la Péninsule, dont la faune était antérieurement isolée de celle de la mer d'où provinrent ces espèces par un obstacle physique quelconque. Cette dernière hypothèse est en quelque sorte d'accord avec l'idée exprimée par M. Charles Callaway[1], qui tient pour très probable que dans les temps paléozoïques la partie méridionale de ce qui est à présent l'Océan Atlantique septentrional, était occupée par un continent, la mer étant au contraire ouverte vers le nord. La même hypothèse est encore corroborée par la circonstance que le phénomène d'apparition subite des espèces dans le Bussaco, a coïncidé avec la phase de plus grande activité volcanique, qui devait naturellement produire de grands ébranlements du sol; en outre, il fut accompagné de l'apparition de sources minérales chargées de silice, de calcaire et d'oxyde de fer, qui indiquent le dernier terme de l'action volcanique représentée par l'émission de la diabase.

Aux affleurements de cette roche éruptive se trouve aussi rattachée dans quelques points la formation de schistes à caractères pétrographiques et paléontologiques tout-à-fait semblables à ceux du Silurique supérieur, avec des masses lenticulaires d'ampélites graptolitiques subordonnées, qui doivent plausiblement leur existence à l'action sédimentaire des nouveaux courants, et qui par conséquent désignent dans notre pays le phénomène colonial si bien caractérisé en Bohême.

Que l'on ne juge pas contradictoire de rapporter ces couches à la période coloniale de la Bohême, tout en les considérant synchroniques du Silurique supérieur des régions du Nord, puisque d'après les admirables études de Barrande, on doit accepter comme un fait général, soumis toutefois à quelques exceptions, que l'apparition des espèces dans les mers de la zone paléozoïque du Nord devançât celle des mêmes espèces dans la zone centrale de l'Europe; ainsi, il pouvait encore

---

[1] *The migration of Species as related to the Correlation of geological formations.* (Geol. mag., 1877, p. 446.)

se former dans certaines localités des dépôts contenant les espèces de la faune seconde, alors que cette faune était déjà tout-à-fait éteinte au dehors de ces parages.

Le passage soudain de notre horizon colonial au Silurique supérieur, dans le Bussaco, signifie simplement, selon notre hypothèse, que la communication du bassin du Bussaco avec la mer d'où vinrent les espèces envahissantes, a été temporaire, les anciennes conditions biologiques ne s'étant pas rétablies, comme il est arrivé en Bohême (selon Barrande), et la faune envahissante ayant eu une existence éphémère, ne parvenant que plus tard à s'établir définitivement dans la même région. Au contraire, le mouvement d'élévation durant encore quelque temps dans le Bussaco après cette période de perturbation stratigraphique, cette communication resta interrompue jusqu'à ce que, l'activité volcanique une fois éteinte dans cette localité, le mouvement général d'affaissement reprit sa prédominance après que se furent formés les dépôts de Barrancos et de Vallongo, la mer gothlandienne couvrant alors presque tout notre pays et une grande partie de la surface de la Péninsule.

Nous supposons, donc, que la liaison entre les deux mers s'établit dans nos latitudes vers la dernière phase de l'époque ordovicienne; il en résulte que les dépôts, qui se formèrent immédiatement après, montrent des caractères analogues, autant considérés pétrographiquement que paléontologiquement, à Vallongo et à Barrancos, c'est-à-dire, dans les points le plus éloignés, du nord et du sud du Portugal, où le Silurique supérieur ait été observé, tandis qu'on ne voit pas la même conformité de caractères dans les dépôts siluriens inférieurs de Vallongo et de Bussaco, bien que situés à une distance beaucoup moindre.

La coexistence d'espèces des deux faunes siluriennes dans le Bussaco est à notre avis étroitement liée à l'émission de la diabase et des sources minérales jaillissant au fond de la mer ordovicienne, si ce n'est qu'on ne doive même la regarder comme dépendant de cette cause. Ce phénomène de l'apparition inopinée d'espèces de la faune troisième venant s'associer à celles de la faune seconde dans une même strate, marque en vérité le terme de l'époque ordovicienne dans notre pays, si, plutôt, il ne caractérise pas, comme en Amérique et en Angleterre, le commencement d'une phase de transition entre les deux grandes divisions du Silurique.

Quoiqu'il en soit, cette profonde altération des conditions biologiques au Bussaco coïncida avec l'interruption du mouvement général d'affaissement qui s'opérait dans d'autres régions, ou bien elle corres-

pondrait à plusieurs oscillations du sol d'une courte amplitude, qui accompagnèrent l'éruption diabasique. Ainsi, dans nôtre pays, il faut rigoureusement considérer la cessation des perturbations physiques produites par cette cause comme marquant le début de l'époque gothlandienne.

Comme nous l'avons dit, un mouvement d'exhaussement du sol ou plutôt un retrait de la mer mit enfin un terme définitif à l'accumulation des sédiments du Paléozoïque inférieur dans la partie occidentale de la Péninsule, en empêchant successivement cette région de recevoir d'autres dépôts vers les premières phases de l'époque dévonienne. Par conséquent, il pourrait y avoir du doute si les couches à Spirifers de la serra de Portalegre et de la colline de San-Felix, près de Povoa-de-Varzim, doivent être rapportées au système dévonique, ou si elles n'appartiennent pas plutôt au toit du Silurique supérieur, à l'étage Downtonian (Upper Ludlow), ces couches étant étroitement liées aux schistes de Reveladas et de Rates, qui renferment à différents niveaux des inclusions ampéliteuses, où se montrent les Graptolites.

L'opinion que la division inférieure du système rhénan correspond synchroniquement aux étages siluriens les plus supérieurs de la Bohême, est généralement acceptée aujourd'hui, bien que l'accord sur la désignation chronologique de ces couches ne doive pas être encore considéré comme définitivement établi.

Dans un travail très remarquable que nous avons déjà cité, publié en 1878 par M. le Dr. Emanuel Kayser, de Berlin[1], ce savant parallélise le terrain hercynien (Hercyn) avec les étages siluriens **F, G, H** de la Bohême et avec les couches à Néréites et à Tentaculites du Fichtelgebirge Franco-Thuringien, et le considère comme un facies particulier du Dévonique inférieur représentant des dépôts de mer profonde, tandis que les couches à Spirifers du Rhin se seraient formées contemporainement dans une mer de faible profondeur.

Cette opinion semble contestable, vu que l'étude comparative des deux faunes faite respectivement par Barrande et par le Dr. Ottomar Novák[2], surtout celle des différentes espèces de Brachiopodes et de Trilobites, considérées par le Dr. Kaiser identiques dans le Harz et dans la Bohême, nous porte précisément à la conclusion contraire, en rati-

---

[1] *Die Fauna der ältesten Devon-Ablagerungen des Harzes.* Berlin, 1878.

[2] Barrande, *Brachiopodes*, 8.° 1879, p. 262-326.—Ottomar Novák, *Bemerkungen zu Kayser's «Fauna der ältesten Devon-Ablagerungen des Harzes»* (Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1880, 30 Band, 1 Heft, p. 75-86).

fiant par conséquent l'indépendance entre le Silurique supérieur de la Bohême et l'étage hercynien du Harz; néanmoins la plupart des géologues admettent une telle correspondance.

Il faut d'abord observer que dans la faune hercynienne décrite par M. Kayser sont comprises quelques espèces qui de tout temps ont été considérées dans tous les pays comme étant des plus caractéristiques du Silurique supérieur, telles que: *Cardiola interrupta, Monograptus Halli, priodon, colonus, dubius, sagittarius, jaculum, Nilssoni, convolutus,* et d'autres espèces qui descendent à des niveaux encore plus bas hors de la Bohême, comme: *Atrypa aspera, A. reticularis, Strophomena rhomboidalis, S. corrugatella* et *Rhynconella diodonta.* On doit remarquer très particulièrement que ces espèces proviennent de localités différentes de celles où furent rassemblés presque tous les autres fossiles décrits par M. Kayser, qu'il faut considérer spéciales du groupe hercynien, puisqu'ils n'ont point de correspondants dans le système silurique.

De plus, les quelques Graptolites qui paraissent dans la Bohême à la base de l'étage **F** (zone **f1**), lesquels sont les derniers représentants de cette famille d'Hydrozoaires dans ce bassin silurien, appartiennent à une seule forme, indéterminable, reconnue pourtant comme voisine de *Monograptus colonus* Barr.; cette espèce se trouve dans le toit de la zone inférieure de l'étage **E** (**e1**), et elle est représenté aussi dans **e2**.[1]

En examinant la liste des espèces donnée par M. Kayser, qui comprend 225 formes distinctes (dont 166 ont été dénommées comprenant 34 qui sont nouvelles), on n'y découvre pas moins de 19 espèces qui ont été citées par Barrande dans son étage **E**, ou dans les colonies de **D**; en outre 8 espèces appartiennent dans la Grande Bretagne au Silurique inférieur, et 9 autres ont été indiquées dans le Silurique inférieur de différents pays. Il nous semble donc bien douteux que ces fossiles, ou mieux les couches qui les renferment, puissent plausiblement être considérés comme appartenant au système dévonique.

D'après Barrande, les Graptolites eurent dans la Bohême une période d'existence très limitée, mais bien caractérisée, dans la transition de la faune seconde à la faune troisième (colonies), et pendant la première phase de durée de cette dernière faune (zone **e1**). Dans

---

[1] O. Novák, *Zur Kenntniss der Fauna der Etage F-f1 in der palaeozoischen Schichtengruppe Böhmens. Prag, 1886.* (Sitzung-Berichte der k. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. 1886.)

les bassins siluriens de la zone paléozoïque du nord, en Angleterre par exemple, ces Hydrozoaires eurent selon Salter leur plus grand développement au commencement de l'existence de la faune seconde, et en Amérique elle se rapporte peut-être encore à une date antérieure, si l'on admet la classification, faite par quelques géologues, des couches taconiques.

Ce serait, par conséquent, un fait bien extraordinaire, que les espèces de Graptolites que nous avons citées n'aient caractérisé que dans le Harz une époque postérieure à la disparition totale de la faune silurienne dans tous les autres pays. Nous ajouterons encore que ces fossiles ont déjà été considérés par l'illustre fondateur du système silurique comme les plus caractéristiques de ce système, et ils continuent encore à l'être[1]. En vérité, il est facheux de voir détruite par un seul exemple (si toutefois il existe réellement) une base aussi sûre pour la classification, laquelle a été jusqu'à présent confirmée dans tous les bassins siluriens de l'Europe et de l'Amérique.

Ces considérations nous portent naturellement à hésiter sur le nom qu'il faut de droit appliquer au complexe de couches en question; de plus, si l'on admet la correspondance entre le Dévonique inférieur et les trois étages les plus supérieurs du bassin silurien de la Bohême, il est permis d'admettre que l'Hercynien du Harz, tel que l'a considéré M. Kayser dans le travail cité, comprend une partie appartenant au système silurique. Peut-être est-ce une mauvaise interprétation des relations stratigraphiques, ainsi qu'il s'en est si souvent présenté, qui a porté cet auteur à juger les couches qui renferment les espèces siluriennes citées plus modernes qu'elles ne le sont réellement.

L'étude détaillée faite par Barrande des espèces de Brachiopodes citées par le Dr. Kayser dans sa liste de fossiles, comprenant 54 espèces considerées communes à la faune hercynienne du Harz et à celle des étages siluriens supérieurs de la Bohême, l'a porté à la conclusion que, parmi les 22 espèces de Brachiopodes supposées identiques dans les deux faunes, une seule l'est en réalité (*Strophomena rhomboidalis* Wilck.=Leptaena *depressa* Sow.); en plus, les spécimens du Harz sont identiques à ceux de la zone **e 2**, et non pas à ceux des étages supérieurs **F** et **G**, où cette espèce se montre aussi. D'autre part, cette espèce unique est une espèce cosmopolite, qui a une grande extension verticale à travers les faunes paléozoïques, de sorte qu'elle est des moins propres à préciser l'âge de la faune où elle est comprise.

---

[1] A. Geikie, *Text-book of Geology*, 3e ed., p. 657.

Parmi les autres 21 espèces citées par le Dr. Kayser, il y en a 9 qui offrent des analogies plus ou moins reconnaissables avec les espèces comparées de la Bohême; les autres, c'est-à-dire, plus de la moitié des espèces comparées, sont parfaitement contrastantes; en d'autres mots, elles ne sont représentées en Bohême ni par des formes identiques, ni par des formes analogues.

Barrande fait encore la remarque que parmi les 9 espèces plus ou moins analogues entre les deux régions, il y en a 6 qui firent leur première apparition en Bohême dans l'étage **E** (zone **e2**), ensuite elles se sont propagées verticalement en **f2**, de sorte qu'elles ne constituent pas une connexion exclusive entre la faune hercynienne et celles des étages **F**, **G**, **H**, mais indiquent simplement une prolongation des connexions déjà antérieurement établies avec **e2**; par conséquent, non seulement elles ne prouvent pas que les faunes de ces étages supérieurs de la Bohême soient dévoniennes, mais on pourrait invoquer encore le fait de leur première apparition en **e2** pour affirmer l'âge silurien de l'association de fossiles, qu'on appela faune hercynienne.[1]

Cet argument aurait d'autant plus de valeur, que les espèces de Graptolites citées par le Dr. Kayser, qui sont, comme nous l'avons dit, des plus caractéristiques de l'étage **E**, paraissent dans la partie culminante du groupe hercynien, d'après ce même auteur.

Enfin Barrande dit que la valeur des analogies présentées par ces 9 espèces de Brachiopodes pour établir les rapports chronologiques entre les faunes comparées du Harz et de la Bohême, est encore amoindri si on considère que des analogies encore plus nombreuses et au moins aussi prononcées, existent entre les Brachiopodes de l'Eifel (Dévonique moyen des contrées rhénanes) et ceux de la faune troisième silurienne de la Bohême, sans que toutefois personne n'eût pensé à synchroniser les dépôts qui les renferment.[2]

De la comparaison faite par Novák par rapport aux Trilobites[3], il résulte que de 10 espèces de cette famille trouvées dans l'Hercynien du Harz, qui sont considérées par le Dr. Kayser comme identiques à celles des étages siluriens **F**, **G**, **H** de la Bohême, il n'y en a que 2 (*Phacops fugitivus* et *Cyphaspis hydrocephala*) qui puissent l'être, sans qu'on en ait pourtant la certitude; de plus, il faut remarquer que ces

---

[1] Barrande, *Brachiopodes*, 8,° p. 321.
[2] Barrande, loc. cit.
[3] O. Novák, *Bemerkungen zu Kayser's Fauna etc.*, p. 82.

espèces appartiennent l'une et l'autre à la zone **g 1**, et la dernière se trouve aussi en **f 1** et **f 2**.

Quant aux Céphalopodes, les Goniatites surtout, ils ont au contraire beaucoup de ressemblance avec ceux des étages **F**, **G**, **H** du bassin silurien de la Bohême, et ce fait a fourni un des meilleurs fondements pour la classification de ces trois étages dans le système dévonique. Cependant, l'étude comparative des différentes espèces démontra à Novák, que beaucoup de celles qui furent citées comme identiques sont réellement distinctes. En effet, des 5 Goniatites considérés communs aux faunes du Harz et de la Bohême, une seule espèce (*G. lateseptatus* Beyr., qui selon Novák ne diffère guère de *G. plebeius* Barr.) peut être regardée comme tel. Sauf cette exception, les uns présentent des caractères différents, les autres sont trop mal conservés pour permettre une comparaison certaine.

En Bohême les Goniatites font leur première apparition dans la zone **f 2**, se trouvant concentrés dans une aire très restreinte; ils traversent tout l'étage **G**, où ils acquièrent leur plus grand développement, surtout en **g 3**, et ils disparaissent dans la zone inférieure de **H**, en **h 1**. Ayant toutefois en attention la distribution verticale et horizontale des Goniatites dans les différentes régions paléozoïques, Barrande même a reconnu que ce genre est essentiellement dévonien.

Des 4 espèces d'Orthocères mentionnées par le Dr. Kayser dans sa liste, Novák n'en considère que *O. raphanistrum* A. Röm., qui présente les plus grandes analogies avec *O. clepsydra* Barr., dont on ne saurait le séparer. Les 3 autres espèces semblent en vérité différentes dans les deux régions.

On peut en dire autant des deux autres Céphalopodes cités, *Gyroceras proximum*, qui par ses caractères ne correspond pas à l'espèce homonyme de la Bohême, et *Hercoceras (?) subtuberculatum*, que l'on ne saurait avec fondement rapporter même à ce genre, et qui a, en tout cas, une forme différente de celle de *H. mirum* Barr., avec lequel il a été identifié par M. Kayser.

Quant aux Brachiopodes et Lamellibranches, Novák s'abstient d'en faire la comparaison, en se rapportant aux appréciations de Barrande; quant à la classification des Ptéropodes il en parle aussi avec réserve.

En conclusion, le nombre des espèces que l'on peut réellement considérer communs à l'Hercynien du Harz et aux étages siluriens **F**, **G**, **H** de la Bohême est si réduit, qu'on ne peut pas les prendre en considération pour établir le synchronisme des deux régions comparées.

Toutefois, la correspondance de l'Hercynien avec les étages supérieurs du bassin silurien de la Bohême, ou plus rigoureusement avec **f2, G, H,** a été établie plus tard par le Dr. Ottomar Novàk, en se basant sur l'étude des Trilobites.[1]

Comparant, en effet, les Trilobites de plusieurs localités typiques de l'Hercynien avec ceux du bassin de la Bohême, il a reconnu que, parmi 31 espèces appartenant au terrain hercynien, qui ont aussi existé en Bohême, aucune ne fait son apparition à l'étage **E**; 21 d'entre elles appartiennent à la zone **f2,** dont 2 ont d'abord paru en **f1,** et une de celles-ci passe à **g1**; dans cette dernière zone on trouve encore deux espèces, qui sont venues de la zone sous-jacente **f2.**

D'un autre côté, si l'on consulte dans le grand ouvrage de Barrande les tableaux de la distribution des espèces siluriennes de la Bohême, on voit que des 88 espèces distinctes de Trilobites appartenant à l'étage **F,** il n'y en a que 6 de communes aux zones **f1** et **f2,** 82 appartenant exclusivement à cette dernière division; tandis que la zone **f1** n'en possède que 10, dont 8 se trouvent en même temps dans les étages **E** et **F.** Ainsi, d'après l'étude des Trilobites on voit qu'il y a beaucoup plus de rapports entre les étages **E** et **F** qu'entre les deux zones **f1** et **f2.** Cette conclusion s'harmonise avec le rapport donné par les Céphalopodes, et par les autres classes d'animaux.

En effet, d'après le «Système silurien de la Bohême» il y a 23 espèces de Céphalopodes communes aux étages **E** et **F,** presque autant que celles qui établissent les rapports entre **D** et **E** (29 espèces toutes coloniales); tandis que 5 seulement, dont une douteuse, appartiennent conjointement à **f1** et **f2.**

Les Ptéropodes ne nous fournissent qu'une seule espèce commune à **E** et **f1,** et aucune entre **f1** et **f2.**

Les connexions entre **E** et **f1,** fournies par 13 espèces de Brachiopodes communes aux deux étages, sont à peu-près les mêmes que celles qui existent entre les zones **f1** et **f2,** qui possèdent 12 espèces en commun, dont une est citée avec doute.

En ce qui regarde les Acéphales il y en a 9 espèces communes à **E** et **f1,** tandis qu'aucune ne parait à la fois dans **f1** et **f2.**

De la classe des Echinodermes il n'y a qu'une espèce appartenant aux étages **E** et **F** (zone **f1**), et encore y-a-t'il quelque doute à ce sujet. Entre les zones **f1** et **f2** il ne se trouve aucune répétition.

---

[1] O. Novák, *Vergleichende Studien an einigen Trilobiten aus dem Hercyn von Bicken, Wildungen, Greifenstein und Böhmen.* Iena, 1900.

Enfin, dans la classe des Bryozoaires, comme dans l'ordre des Hydrozoaires et dans la famille des Auloporidae, il n'y a point d'espèce qui soit commune aux étages **E** et **F**, ni aux zones **f1** et **f2**.

D'après tout ce que nous venons d'exposer nous sommes donc portés à la conclusion que, si l'on admet le synchronisme, qui semble incontestable, du terrain hercynien avec les étages les plus supérieurs du bassin paléozoïque de la Bohême, c'est dans le toit de la zone **f1** qu'il faut tracer la limite supérieure du système silurique, les couches au-dessus de ce niveau appartenant au Dévonique inférieur. D'ailleurs, les géologues étant d'accord pour considérer la partie supérieure de l'étage **E** de la Bohême comme correspondant au groupe de Wenlock d'Angleterre, la zone **f1** correspondra naturellement au groupe de Ludlow et aux couches culminantes du système silurique. Selon la classification adoptée généralement jusqu'à présent, qui réunit tout l'étage **F** dans le système dévonique, cette série de couches n'aurait point de représentant en Europe, sauf en l'Angleterre, ce qui ne paraît pas admissible.

Les faits indiqués par Novák[1] pour prouver que les deux zones **f1** et **f2** ne peuvent être séparées, mais doivent plutôt être considérées comme des facies différents du même ensemble de couches, n'ont pas dans le fond une grande valeur.

La diminution d'épaisseur de la zone **f2**, et même son absence absolue en plusieurs points du bassin silurien de la Bohême, combinée avec le manque de calcaires de **f1** en d'autres localités, et la circonstance que le développement d'une de ces zones est d'autant plus grand que celui de l'autre est plus faible, tout cela peut bien s'expliquer en admettant que les deux divisions de l'étage **F** se superposent, comme le prétendait Barrande, un passage graduel ayant lieu des calcaires noirs de **f1** aux calcaires blancs et rouges de **f2**.

Cette supposition est d'autant plus admissible que les calcaires de la base de l'étage **F**, compactes et de couleur foncée, sont assez analogues aux calcaires bitumineux, également foncés, qui forment la partie principale de l'étage **E**, et avec ce fait coïncide la modification profonde de la faune qui survient avec les calcaires de **f2**.[2] On ne

---

[1] O. Novák, *Zur Kenntniss der Fauna der Etage F — f1.* Prag, 1886, p. 2.

[2] E. Kayser, *Ueber die Grenze zwischen Silur und Devon (Hercyn) in Böhmen, Thüringen und einigen anderen Gegende.* (Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc. 1884, II Band, Zweites Heft, p. 82.)

comprend pas d'ailleurs qu'un simple changement de couleur en des dépôts d'un même facies (calcaire) soit lié à une différence biologique aussi fondamentale que celle des faunes que renferment les deux zones **f 1** et **f 2**.

La liste des fossiles des calcaires noirs de **f 1** donnée par Novák [1] lui-même, confirme cette opinion, puisque le nombre des espèces citées étant de 128, 68 d'entre elles, c'est-à-dire, un peu plus de la moitié, sont propres à cette zone, et des 60 qui restent, 45 sont communes avec l'étage **E**; tandis que dans les zones supérieures **f 2, h 1** il n'y en a que 26 que l'on y voit réapparaître, ce qui montre combien sont faibles les connexions de **f 1** avec l'Hercynien. Encore, si l'on prend dans leur ensemble les espèces mentionnées dans le même tableau, on reconnait que les rapports entre **e 2** et **f 1** étant de 42 espèces communes à ces deux étages, ils sont beaucoup plus intimes que ceux entre **f 1** et **f 2**, qui ne sont donnés que par 25 espèces.

D'un autre côté, comme l'a remarqué M. Kayser [2], les formes les plus caractéristiques du Dévonique, que l'on ait trouvées dans les étages supérieurs siluriens de la Bohême, apparaissent toutes pour la première fois dans **f 2**. Les types de Poissons communs avec ceux du *Old Red* de la Russie et de l'Angleterre, les nombreux *Odontochile* (Trilobites du groupe de *Dalm. Haussmanni)*, certaines formes du groupe de *Bronteus thysanopeltis*, les *Goniatites*, les genres *Gyroceras*, *Stringocephalus*, *Styliola*, les grands *Terebratulidae*, etc., toutes ces formes commencent en **f 2**; de plus, le même auteur remarque particulièrement la circonstance que les derniers Graptolites de la Bohême apparaissent en **f 1**, et qu'ils manquent absolument dans les étages supérieurs.

Par toutes ces raisons, nous sommes donc portés à juger que les deux divisions de l'étage **F** sont en effet distinctes, l'inférieure appartenant au système silurique, et la supérieure au Dévonique, ainsi que le Dr. Kayser lui-même l'a suggéré dans son mémoire cité dernièrement, en se basant sur d'autres arguments. Cette supposition n'est pas invalidée par l'absence de calcaires rouges de **f 2**, comme Novák l'a indiqué, dans plusieurs localités de la Bohême où les calcaires nodulaires **g 1** reposent directement sur les calcaires noirs typiques de **f 1**, parce qu'il n'est pas besoin que les deux zones **f 1** et **f 2** aient embrassé précisément la même aire de déposition, et qu'il se peut fort bien qu'une discordance

---

[1] Loc. cit., p. 20.

[2] Loc. cit. *Ueber die Grenze etc.*

les sépare, comme M. Kayser l'a déjà suggéré dans l'étude à laquelle nous avons fait allusion.

En vue de la discussion qui précède, nous arrivons à la conclusion que les Graptolites caractérisent exclusivement le système silurique. Il faut donc considérer comme vraie la loi que Murchison a établie et clairement formulée: «*Graptolites always silurian*».

D'après ce critérium, on doit par conséquent considérer comme siluriennes toutes les couches où paraissent ces Hydrozoaires; c'est sur ce principe que nous nous sommes basés pour établir la séparation entre les systèmes silurique et dévonique dans notre carte géologique.

XVII

BIBLIOGRAPHIE

PAR

PAUL CHOFFAT

1894—1897

(Supplément)

PENCK (A.).— *Studien über das Klima Spaniens während der jüngeren Tertiärperiode und der Diluvialperiode.* (Zeitschrift Gesell. für Erdkunde zu Berlin, t. XXIX, 1894.)

NEWTON (Richard Bullen).— *On the Occurence of Alectryonia ungulata in S. E. Africa, with a Notice of previous Researches on the Cretaceous Conchology of South Africa.* (Journ. of Conchology. Leeds, VIII. 136. 1896.)

— *On the Occurence of an Indian Jurassic Shell, Parallelodon Egertonianus, in Somaliland, Eastern Africa.* (Geol. Mag., dec 4, III, 294. 1896.)

— *Note on the Occurence of Nummulitic Limestone in South-eastern Africa.* (Idem, 487.)

JUNOD (H. A.).— *Le climat de la baie de Delagoa.* (Bull. Soc. sc. nat. Neuchâtel, t. XXV, p. 76-129. 1897.)

Transactions of the Geological Society of South Africa. Vol. I à III. In-8°. Johannesburg, 1896-7.

1898

AZEVEDO (Pedro A. de).— *Estudos sobre Troia de Setubal.* (O Archeologo Português, t. IV, p. 18.)

Bleicher (Dr. M. G.).— *Contribution à l'étude lithologique, microscopique et chimique des roches sédimentaires secondaires et tertiaires du Portugal.* (Communicações, t. III, p. 251-288, 7 pl.)
(Analyse dans «Neues Jahrbuch», 1900, I, p. 235).

Bertrand (M. C. Eg.).— *Maurice Hovelacque. Notice biographique.* Paris. (Charbons jurassiques du Portugal, p. 37-38.)

Calderon (Salvador).— *Los silicatos de la peninsula ibérica.* (Annaes de sciencias naturaes, vol. IV. Porto.)

Choffat (Paul).— *Mudança do nivel do Oceano. 2. Planalto ao Sul do Cabo da Roca.* (O Archeologo Português, t. IV, p. 62.)

— *Les eaux d'alimentation de Lisbonne. Rapport entre leur origine géologique et leur composition chimique.* (Comm., t. III, p. 145-198.)
(Analyse dans «Neues Jahrbuch», 1900, I, p. 235-6).

— *Algumas palavras ácerca dos poços artesianos.* (A Agricultura contemporanea, t. VIII, 24 p., 5 fig.)

— *Ainda os poços artesianos.* (Idem, t. IX, p. 171-173.)

— *As nascentes thermaes das Taipas.* (O Commercio de Guimarães, julho a outubro.)

— *Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal.*— Vol. I, deuxième série: *Les Ammonées du Bellasien, des couches à Neolobites Vibrayeanus, du Turonien et du Sénonien.* Lisbonne. In-4°, p. 41-86, pl. III-XXII.
(Analyse par M. Em. Haug in «Revue critique de Paléozoologie», t. III, p. 80-81.)

— *Bibliographie récente du groupe de Ostrea Joannae.* (Revue critique de Paléozoologie, Paris, t. II, p. 179-180.) Reproduit dans les «Communicações, t. III, p. 292-3.

Coucêiro (L. F. d'Almeida).— *As aguas de Bellas.* (Boletim da Associação dos conductores de obras publicas e minas, t. I, p. 117-139.)

Derby (Orville A.).— *Monazite and Xenotime in European Rocks.* (Mineralogical Magazine, vol. XI, p. 304-310.)
(Références aux granites de Porto et de la Serra de Conillas).

Douvillé (H.).— *Rudistes recueillis par M. Choffat dans les couches à Polyconites Verneuili du Portugal.* (C. R. Soc. Géol. France, 1898. p. 37-38.)

— *Sur les Rudistes du Gault supérieur du Portugal.— Sur les faunes de Rudistes du Crétacé inférieur.* (Bull. Soc. Géol. France, t. XXVI, p. 140-150.)
(Analyse dans la «Rev. critique de Paléozoologie», 1899, p. 30.)

Freire (J. X. da Silva).— *Thermas dos Cucos. Relatorio da epocha balnear de 1896.* Torres-Vedras. In-8°, 24 p., 3 tabellas.

Gomes (Jacinto Pedro).— *Mineraes descobertos em Portugal.* (Communicações, t. III, 199-209.)

HORNOS (D. Frederico de Botella y de).—*Mapa en relieve de España y Portugal.* Escala 1:2.000.000. Libreria de Hermando y C.ª, Madrid.

— *Breve instrucción para la mejor inteligencia del Mapa en relieve de España y Portugal.* Madrid. In-8°, 59 p., 3 pl.

LEPIERRE (C.) e SEIÇA (Vicente José).—*Analyse chimica das aguas de Coimbra sob o ponto de vista hygienico.* Coimbra. In-8°, 60 p., 1 tabella, 1 planta.

— *Estudo chimico e technologico sobre a ceramica portugueza moderna.* In-8°, 241 p., 1 pl. Imprensa Nacional.

MONTEIRO (Severiano A. da Fonseca).—*Instrucções para os estudos experimentaes mandados fazer pelas circumscripções mineiras a fim de se poder ajuizar do valor industrial dos jazigos de substancias utilisaveis como adubos.* (Revista de obras publicas e minas, t. XXIX, p. 403-426.)

PERON (A.).—*La zone à Placenticeras Uhligi et la zone à Marsupites ornatus dans le Crétacé de l'Algérie.* (Bull. Soc. Géol. de France, t. XXVI, p. 500-511.)

POMPECKJ (J. F.).—*Note sur quelques Ammonites du Sinémurien du Portugal.* (Communicações, t. III, p. 210-238, 1 pl.) Traduction de l'article publié en 1897.

SAPORTA (Marquis de).—*Flore fossile du Portugal. Analyse par M. Staub.* (Neues Jahrbuch, 1898, I, p. 182-206.)

SAUVAGE (Dr. H. E.).— *Vertébrés fossiles du Portugal.—Contributions à l'étude des poissons et des reptiles du Jurassique et du Crétacique.* (Direction des trav. géol. Lisbonne, 1897-98. In-4°, 47 p., 10 pl.)

— *Les reptiles et les poissons des terrains mésozoïques du Portugal.* (Bull. Soc. Géol. de France, t. XXVI, p. 442-446.)

SCHLUMBERGER (C.).—*Note sur le genre Meandropsina, Mun.-Chalm., n. g.* (Bull. Soc. Géol. de France, t. XXVI, p. 336-339, 1 pl.)

SEVERO (Ricardo).—*Carlos Ribeiro.* (Revista de sciencias naturaes e sociaes. Porto, vol. V, p. 153-177.)

SILVA (Dr. A. J. Ferreira da).—*Memoria e estudo chimico sobre as aguas mineraes e potaveis de Unhaes da Serra, com breves noções chorographicas.* Porto. In-8°, 144 p.

— *As aguas minero-medicinaes de Monsão.* Porto. 77 p.

TELLES (Liberato).—*A decoração na construcção civil. N.° 2. Pintura simples.* Lisboa. In-8° (42 chromos representando marmores, sendo 23 de origem portugueza.)

VIEGAS (A. J. dos Santos) e SANTOS (José Antonio dos).—*Analyse chimica das aguas da Arrifana.* Coimbra. In-8°, 7 p.

*
* *

Böhm (Dr. Johannes).—*Einige Fossilien aus den Salvages-Inseln*. (Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Ges., 1898, p. 33.)

(Le matériel étudié provient du R. P. Schmitz, comme c'est aussi le cas pour celui que M. Cotter a eu à sa disposition. (V. «Communicações», t. III, p. 232.) Les fossiles se trouvent dans un tuf calcaire, contenant des débris de liparite. L'auteur cite:

Ormastralium aff. carinatum Bors. sp. *var. protenica* Sacco.—*Oxystele aff. Amedei* Brongn. sp. var. *magnoelata* Sacco.—*Nerita Martiniana* Math.—*Nerita salvagensis* J. Boehm. nov. sp.—*Nerita connectens* Fontannes.--*Rissoa* sp.—*Cabralia Schmitzi* J. Boehm., nov. gen. nov. sp.).

Bordeaux (A.).—*Les mines de l'Afrique du Sud, Transvaal, Rhodésie, etc. Or et Diamant: Géologie, exploitation et traitement*. Paris, gr. in-8°. 8 pl.

Carvalho (H. de).—*Apontamentos para a historia das minas de ouro no Lombije na provincia de Angola.* (Portugal em Africa, n.° 53, p. 181-190.)

Choffat (Paul).—Analyse de: Andrade. *Reconhecimento geologico etc. de Lourenço Marques*. (Annales de Géographie. Bibliographie de 1897, p. 229. Paris, 1898.)

Gomes (Jacinto Pedro).—*O betume do Libollo.* (Revista de obras publicas e minas, t. XXIX, p. 162-169.)

(Reproduit dans les «Communicações», t. III, p. 244-250.)

— *Composição da Libollite.* (Idem, p. 290-291.)

(Analyse dans «Neues Jahrbuch», 1900, I, p. 18.)

— *Échantillons de roches recueillis entre Benguella et Catoco (province d'Angola)*. (Idem, p. 239-243.)

Hatch (F. H.).—*A geological Survey of the Witwatersrand and other Districts in the southern Transvaal*. (Q. J. G. S., vol. LIV, p. 73-100, 1 carte.)

Hollway (H. C. Schunke).—*Bibliography of books, pamphlets, maps, magazine articles, etc., relative to South Africa, with special reference to geography, from the time of Vasco da Gama to the formation of the British South Africa Company in* 1878. (Transactions South African Philos. Soc., x, p. 129-293.)

Koenen (A. von).—*Ueber Fossilien der unteren Kreide am Ufer des Mungo in Kamerun, mit Nachtrag.* (Abhandl. d. Kön. Ges. d. Wissensch. zu Goettingen.—Math.-phys. Klasse, N. F., Bd. I, p. 1-65, pl. I-VI, 1897-98.

(Analyse dans la «Revue de Paléozoologie», 2° année, n° 3, p. 117.)

LAUNAY (De).—*Les mines d'or du Transvaal.* In-8°, 550 p. Paris.

MOLENGRAAFF (G. A. F.).—*Annual Report of the State Geologist of the South African Republic for the Year* 1897. (Traduit du hollandais pour les «Transactions of the Geological Society of South Africa», p. 119-145.)

NASCIMENTO (J. Ferreira do).—*Exploração geographica e mineralogica no districto de Mossamedes em* 1894-1895. (Portugal em Africa. Lisboa. In-8°, 110 p., 4 pl., 1 mappa.

(Analyse dans «Annales de géographie», 1898, p. 242.)

REHBOCK (Th.).—*Deutsch-Südwest-Africa. Seine Wirthschaftliche Erschliessung unter besonderer Berücksichtigung der nutzbarmachung des Wassers.*—Berlin. (Dietrich Reimer) In-8°, XXII, 240 p., 25 pl., 3 cartes.

(Mention dans les «Annales de géographie». Bibliographie pour 1898, p. 242).

Transactions of the Geological Society of South Africa. Vol. IV. In-4°. Johannesburg.

1899

BLEICHER (Dr.).—*Structure et origine des dragées calcaires de la prise d'eau de Lisbonne et des mines de fer de Marbache et de Chaligny.* (Bull. des séances de la Soc. des scienc. de Nancy, 11° année, n° 1.)

CHICÓ (M. V. Lobo Rodrigues).—*Monographia e estatistica agricola do concelho de Evora.* (Bol. da Direcção geral de agricultura, 7.° anno, n.° 3, p. 173-295.) Le nom de l'auteur n'y figure pas.

CHOFFAT (Paul.)—*Les eaux souterraines et les sources.* (Bol. Associação central da Agricultura portuguesa, vol. I, p. 111-130.)

— *O abastecimento d'agua da cidade de Guimarães.* (O Commercio de Guimarães.)

COSTA (A. J. Marques da).—*Estudos sobre a Troia de Setubal.* (O Archeologo português, vol. IV, p. 344-352, 1 pl.)

DELGADO (J. F. N.) e CHOFFAT (Paul).—*Carta geologica de Portugal.* (Direcção dos Trabalhos geologicos. 1:500.000. 2 feuilles. Lisboa, 1899.)

(Références: «Annales de géographie», t. IX, n° 47, 1900. Bibliographie, p. 162.—E. Fallot, «Note sur la carte géologique du Portugal». (Soc. des sciences physiques et naturelles de Bordeaux, 10 janvier 1901.)—«Petermanns Geogr. Mitteilungen», 1901, p. 30.)

FIGUEIREDO (Augusto de).—*A chuva e o arvoredo.* (A agricultura contemporanea, t. IX.)

FRECH.—Analyse de: *Notice sur une algue paléozoïque*, par W. de Lima (Neues Jahrbuch, 1899, I, p. 590.)

— Analyse de: *Sur l'existence de la faune primordiale dans le Alto Alemtejo*, par J. F. N. Delgado. (Neues Jahrbuch, I, p. 321.)

KNETT (J.).—*Zur Kenntniss der Beeinflussung der Teplitzer Urquelle durch das Lissaboner Erdbeben.* (Sitz. Ber. d. Vereins Loto, nº 8, p. 1-14.) (Analyse dans «Neues Jahrbuch», 1901, I, 386).

LAUNAY (L. de).—*Recherche, captage et aménagement des sources thermo-minérales.* (Partim.)

NEHRING (A.).—*Lemmnings Reste aus einer portugiesischen Höhle.* (Sitzungsberichte der Ges. naturf. Freunde. Berlin, 1899, nº 3, p. 55-57.)

— *Ueber Myodes lemnus crassidens, var. nov. foss. aus Portugal.* 8 p., 3 fig.

POMPECKJ (J. F.).—Analyse de Œhlert: *Uralichas Ribeiroi des schistes d'Angers* et de Delgado: *Nouvelles observations sur Lichas (Uralichas) Ribeiroi.* (Neues Jahrbuch, 1899, I, p. 368.)

SCHLUMBERGER (Charles).—*Note sur quelques foraminifères nouveaux ou peu connus du Crétacé d'Espagne.* (Bull. Soc. Géol. de France, t. XXVII, p. 456-465, 4 pl.)

SILVA (A. J. Ferreira da).—*As aguas mineraes das Caldas da Saude nas proximidades de Santo Thyrso.* (Memoria e estudo chimico.) Porto. In-8.º, 44 p.

VOGT.—*Das Hullon-Kiesfeld in Süd-Spanien und dem angrenzenden Theile von Portugal.* (Zeitschrift für praktische Geologie, 1899, p. 241.)

*

* *

JONES (T. Rupert).—*The great Glacial Moraine of Permian Age in South Africa.* (Natural Sc., XIV, p. 199-202.)

LANCASTER (A.) et MEULEMAN (E.).—*Le Climat du Congo.* Bruxelles. In-4º, IV-464 p.

MÖLLER (P.).—*Resa i Africa genom Angola, Ovampo och Damaraland.* Stockholm. In-8º, 226 p., 30 pl.

OEMICHEN.—*Goldhaltige Kobaltgänge in Transvaal.* (Zeitschrift für praktische Geologie, 1899, p. 271.)

STAINIER (Xavier).—*L'âge de la pierre au Congo.* Annales du Musée du Congo, série III. Ethnographie et Anthropologie, t. I, fasc. I. In-4º, 24 p., 6 pl.)

(Analyse par P. Choffat avec reproduction des figures: «Portugal em Africa», 1901, et «Communicações», t. IV. p. 202-205).

WOHLTMANN.— *Die Böden aus Deutsch-Südwest-Afrika.* (Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft etc. zu Bonn, 1899, p. 15.)

WORSFALD (W. Basil).— *Portuguese Nyassaland. Discovery, Native Population, Agricultural and Mineral ressources, and Present Administration of territory of the Nyassa Company.* London. In-8°, 295 p., 3 pl., 2 cartes

1900

AZEVEDO (Pedro A. de).— *Do Areeiro á Mouraria.* (O Archeologo portuguez, vol. v.)

(Contient des données sur le sol de Lisbonne et sur ses eaux, depuis le moyen âge jusqu'au siècle dernier.

BENEST.— *Fleuves sous-marins.— Epanchements d'eaux douces au-dessous du niveau de la mer.* (R. Geographical Journal, october 1899, traduction en français par l'Université nouvelle. Bruxelles, 1900. In-8°, 31 p.)

BENTABAL Y URETA.— *Las aguas de España y Portugal.* (Bol. Com. del mapa geologico de España, t. XXV. Madrid. 347 p., 1 pl.)

BLEICHER (Dr. M. G.) et CHOFFAT (Paul).— *Contribution à l'étude des dragées calcaires des galeries de mines et de captation d'eaux.* (Communicações, t. IV, p. 148-155, 1 pl. — Publié et distribué en juin 1900, quoique l'insertion dans le volume porte la date de 1901.)

BRANDÃO (Vicente de Sousa).— *Sur la détermination de l'angle des axes optiques dans les minéraux des roches.* (Communicações, t. IV, p. 13-40, 1 pl.)

— *Sur la détermination de la position des axes optiques au moyen des directions d'extinction.* (Idem, p. 41-56.)

CHOFFAT (Paul).— *Subdivision du Sénonien (s. l.) du Portugal.* (Comptes rendus Acad. Sciences de Paris, t. CXXX, p. 1078-1081.)

— *Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal.* 2° étude. *Le Crétacique supérieur au Nord du Tage.* (Mém. Direct. des Services géol. du Portugal. In-4°, 287 p., 11 pl.

— *Irrigações por meio de poços artesianos.* (Archivo rural, vol. VI, n° 8, p. 113-117.)

— *Les eaux souterraines et les sources, principalement en Portugal.* (Reproduction de la notice du même titre (voyez 1899) dans «Zeitschrift für Gewässerkunde», p. 138-152.)

— *Aperçu de la géologie du Portugal.* (Extrait de: «Le Portugal au point de vue agricole». In-4°, 48 p., 2 pl., 7 fig.)

Cotter (J. C. Berkeley).— *Sur les mollusques terrestres de la nappe basaltique de Lisbonne*. (Communicações, t. iv, p. 127-147, 1 pl. Le tirage à part a été fait en mai 1900, quoique l'insertion dans le volume porte la date de 1901.)

(Analyse dans «Revue critique de Paléozoologie», t. v, 1901, p. 146.)

Coutinho (Martinho de França Pereira).—*A cultura no concelho de Cascaes*. (Dissertação inaugural apresentada no Instituto de Agronomia, etc. Lisboa. In-8°, 102 p.)

Douvillé (H.).— *Sur la distribution géographique des Rudistes, des Orbitolines et des Orbitoïdes*. (Bull. Soc. Géologique de France, t. xxviii, p. 222-235.)

Figueiredo (Filippe E. de Almeida).—*Le sol arable et le Climat*. (Dans «Le Portugal au point de vue agricole». In-4°. Lisbonne, p. 51-103, 2 pl., 1 carte.)

Lacroix (A.).— *Sur la composition minéralogique des teschénites*. (C. R. Acad. Sc. de Paris, t. cxxx, 7 mai 1900; p. 1271-1274.)

Lepierre (Charles).—*Estudo chimico e bacteriologico das aguas de Guimarães*. (Coimbra medica. Coimbra, 1900, et separata in-8°, 40 p., 1 pl.)

Lima (Wenceslau de).—*Noticia sobre alguns vegetaes fosseis da flora senoniana (sensu lato) do solo portuguez*. (Communicações, t. iv, p. 1-12.)

Locard.— *Conchyliologie portugaise.—Les coquilles des eaux douces et saumâtres*. Gr. in-folio. Lyon, 1900.

Loriol (P. de).—*Notes pour servir à l'étude des Echinodermes*. (Revue suisse de zoologie. Genève, t. viii). (*Pomelia Delgadoi* P. de L. du Sénonien de Mira, *Pseudodiadema interjectum* P. de L. du Turonien d'Alcanede, *Trochodiadema Abramense* du Turonien d'Alcanede et d'Alcantara).

Neves (J. P. Castanheira das).—*Notice sur les études de résistance et essais des matériaux de construction en Portugal*. Lisbonne, 54 p., 6 pl.

Philippi (E).—Analyse de: Choffat. *Dolomies du Portugal*. 1896. (Neues Jahrbuch, 1900, i, p. 234.)

Silva (A. J. Ferreira da).—*Les eaux minérales de Vidago, source Campilho. Analyse chimique*. Porto. In-8°.

Suess (Dr. Franz E.).—*Eine Bemerkung über die Einwirkung des Erdbebens von Lissabon auf die Thermalquellen von Teplitz*. (Verhandl. k. k. Geol. Reichsanstalt. Wien, p. 55-63.)

(Analyse dans «Geologisches Centralblatt», 15 mars, 1901).

Wörle (H.).—*Das Erschütterungsgebiet des grossen Erdbebens zu Lissabon. Ein Beitrag zur Geschichte der Erdbeben*. München, 1900. Gr. in-8°, 6 u. 148 p., 2 cartes.

*
* *

Zur Oberflächengestaltung und Geologie Deutsch-Ostafrikas. (Deutsch-Ostafrika, vol. VII, 595 p., 27 pl. Berlin, 1900, Dietrich Reimer.)

I. BORNHARDT. *Reise-Bericht mit Beiträgen* von B. KOHN, ENGLER, HARNACK, ROTHPLETZ, MOISEL und SPRIGADE.

II. *Palaeontologische Ergebnisse.*

1° POTONIÉ. *Fossile Pflanzen aus Deutsch-und Portugiesisch-Ost-Afrika.*

2° MÜLLER (G.) *Versteinerungen des Jura und der Kreide.*

3° WOLFF (W.) *Versteinerungen des Tertiärs.*

4° WEISSERMEL. *Mesozoische und Känozoische Korallen aus Deustsch-Ost-Afrika.*

The British South Africa Cy.—Information as to Mining in Rhodesia. London, 1900. In-4°, 412 p., 1 pl., cartes.

AMARAL (Fr. J. Ferreira do).—*Abastecimento de agua do porto grande de S. Vicente.* (Parecer da Junta Consultiva do Ultramar de dezembro de 1900. Lisboa.)

CHOFFAT (Paul).—*Sur le Crétacique supérieur à Moçambique.* (C. R. Acad. Sc. Paris, 24 décembre 1900, 3 p.)

— *Amostras de rochas do districto de Mossamedes.* (Portugal em Africa, n° 83, p. 529-531, 1 pl.)

EVANS (J.).—*Palaeolithic man in Africa.* (Proc. Roy. Soc. London, p. 486-8.)

MOLENGRAAFF (G. A. F.).—*Die Reihenfolge und Correlation der geologischen Formationen in Südafrica.* (Neues Jahrbuch, 1900, I, p. 113-119.)

— *Geologische Aufnahme der Südafrikanischen Republik. Jahresbericht über das Jahr* 1899. Pretoria, 1900, 80 p., 5 pl.

(Analyse dans «Neues Jahrbuch, 1901, II, p. 91).

SCHENCK (A.).—*Transvaal und Umgebungen.* (Verm. Ges. Erdkunde. Berlin, XXVIII, p. 60-73.)

SCHMIDT (Pe E.).—*Sobre a formação geologica da ilha da Madeira pelo dr. Alphons Stuebel.* (Jornal de sciencias mathematicas, physicas e naturaes. Lisboa, 1900, vol. VI, p. 8-11.)

(Traduction du passage relatif à la formation de l'île de Madère dans l'ouvrage monumental de Stuebel: «Die Vulkanberge von Ecuador». 1897.)

Dr. BLEICHER

Au commencement de juin, nous avons été douloureusement surpris par la nouvelle de la mort de notre confrère et collaborateur aux *Communicações*, Marie Gustave Bleicher, frappé à sa table de travail, victime de son devoir professionnel.

Né à Colmar en 1836, M. Bleicher entra dans l'armée française en 1862, comme médecin-major. Travailleur infatigable, la vie militaire ne l'empêcha pas de continuer ses études, si bien qu'en 1870, il passait le doctorat ès-sciences naturelles et obtenait le diplôme de pharmacien de 1ère classe.

Je me souviens encore du vif intérêt que suscita en moi la lecture de sa thèse, concernant les Vosges, qui m'ouvrait des horizons nouveaux dans l'étude du Jura, à laquelle je me dédiais à cette époque.

Retraité en 1884, M. Bleicher fut nommé professeur d'histoire naturelle à l'École supérieure de pharmacie de Nancy, dont il devint directeur l'année dernière. Il put

alors consacrer la majeure partie de son temps à son étude favorite, la géologie, et surtout à l'étude de la Lorraine et de sa contrée natale, l'Alsace, où il passait ses vacances. Il en étudiait la nature à tous les points de vue, et abordait même des questions d'archéologie et d'histoire.

Dans ces dernières années il s'était lancé dans une voie nouvelle, l'étude microscopique et chimique des roches sédimentaires.

En 1897, en réponse à l'envoi du *Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal*, il nous demandait des échantillons des roches sédimentaires mésozoïques, dont nous lui envoyâmes une petite collection, mais au fur et à mesure qu'il procédait à son étude, naissaient de nouvelles questions, suscitant de nouveaux envois, et enfin notre collègue, M. Berkeley Cotter lui adressait une collection de roches tertiaires.

Malgré le manque d'ensemble de ces envois successifs, il en résulta un travail important, inséré en 1898, dans le 3ème volume des *Communicações*. L'année dernière, nous avons eu le plaisir de collaborer avec lui à la description d'un gisement de dragées calcaires se formant actuellement dans une galerie de captage d'eau, près de Trafaria.

Les travaux de M. Bleicher acquièrent une importance toute spéciale par suite de ses nombreux changements de garnison, en France et en Algérie. Partout il avait observé et étudié, aussi trouvait-il toujours des points de comparaison pour des roches qui, prises isolément, n'auraient offert qu'un intérêt fort médiocre.

Son savoir était à la disposition de tous ceux qui y

avaient recours, et les réponses ne se faisaient pas attendre; les sociétés savantes, françaises ou étrangères, trouvaient en lui un guide dévoué pour leurs excursions en Lorraine; son caractère avenant et serviable lui assurait l'estime et l'affection de tous ceux qui avaient affaire à lui.

Sa mort n'est pas seulement une perte pour ses amis et pour la science française, mais pour la science en général, qu'il servait avec autant de dévouement que de compétence.

Lisbonne, juillet 1901.

PAUL CHOFFAT.

INDICE

J O Branner

Oct 22 1901

COMMUNICAÇÕES

DA

DIRECÇÃO DOS SERVIÇOS GEOLOGICOS

DE

PORTUGAL

Tom. IV

(com 5 estampas)

LISBOA

TYPOGRAPHIA DA ACADEMIA REAL DAS SCIENCIAS

1900–1901

OBRAS PUBLICADAS

PELA

DIRECÇÃO DOS SERVIÇOS GEOLOGICOS DE PORTUGAL

Commissão Geologica, 1857-1868
Secção dos Trabalhos Geologicos, 1869-1886, Commissão dos Trabalhos Geologicos, 1886-1892
Direcção dos Trabalhos Geologicos, 1892-1899

MEMORIAS, in-4.°

Geologia applicada

Estudos geologicos:—Memoria sobre o abastecimento de Lisboa com aguas de nascente e aguas de rio, por Carlos Ribeiro. 115 pag. Lisboa, 1867. Épuisé.

Étude géologique du tunnel do Rocio, contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne, par Paul Choffat. Avec un article paléontologique par M. J. C. Berkeley Cotter et un article zoologique par M. Albert Girard. 106 pag., 7 pl. Lisbonne, 1889.

Flora fossil

Vegetaes fosseis:—Flora fossil do terreno carbonifero das visinhanças do Porto, Serra do Bussaco e Moinho d'Ordem proximo a Alcacer do Sal (Flore fossile du terrain carbonifère des environs du Porto, Serra do Bussaco et Moinho d'Ordem près d'Alcacer do Sal), por Bernardino Antonio Gomes. 44 pag., 6 est. Lisboa, 1865. (Avec traduction française en regard.)

Contributions à la Flore fossile du Portugal, par Oswald Heer. 47 pag., 29 pl. Lisbonne, 1881.

Monographia do genero Dicranophyllum (Systema carbonico), por Wenceslau de Lima. 4°, 14 pag., 3 est. Lisboa, 1888. (Avec traduction en français.)

Nouvelles contributions à la Flore mésozoïque, par le marquis de Saporta, accompagnées d'une **Notice stratigraphique**, par Paul Choffat. 288 p., 40 pl. Lisbonne, 1894.

Vertébrés fossiles

Contributions à l'étude des Poissons et des Reptiles du Jurassique et du Crétacique, par H. E. Sauvage. 48 pag., 10 pl. Lisbonne, 1897-98.

Paleozoico

Terrenos paleozoicos de Portugal:—Sobre a existencia do terreno siluriano no Baixo Alemtejo (Sur l'existence du terrain silurien dans le Baixo-Alemtejo), por J. F. N. Delgado. 35 pag., 2 est., 1 carta. Lisboa, 1876. (Avec traduction en français.) Épuisé.

Estudo sobre os Bilobites e outros fosseis das quartzites da base do systema silurico de Portugal. (Étude sur les Bilobites et autres fossiles des quartzites de la base du Système silurique du Portugal), por J. F. N. Delgado. 111 pag., 43 estampas, sendo 3 de formato duplo. Lisboa, 1885. (Avec traduction en français.)

—— —— **(Supplemento)**, por J. F. N. Delgado. 75 pag., 12 est., sendo 2 de maior formato. Lisboa, 1888. (Avec traduction en français.)

Jurassico

Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal, par Paul Choffat. 1ère livr. Le Lias et le Dogger au nord du Tage. 4°, 72 pag. Lisbonne, 1880.

Description de la Faune jurassique du Portugal. Céphalopodes, par Paul Choffat, 1ère série. Ammonites du Lusitanien de la contrée de Torres Vedras. 4°, 82 pag., 20 pl. Lisbonne, 1893.

——Mollusques Lamellibranches, par Paul Choffat. Premier ordre. Siphonida. 1ère livraison. 4°, 39 pag., 9 pl. Lisbonne, 1893.

——Deuxième ordre, Asiphonidae. 1ère livraison, 4°, 36 pag., 10 pl. Lisbonne, 1885. 2e livraison, 40 pag., 10 pl. Lisbonne, 1888.

——Echinodermes, par P. de Loriol. 1er fascicule. Echinides réguliers. 4°, 108 pag., 18 pl. Lisbonne, 1890.—2d fascicule et dernier. Echinides irréguliers, 71 pag., 11 pl. Lisbonne, 1891.

Cretacico

Recueil de Monographies stratigraphiques sur le Système crétacique du Portugal, par Paul Choffat. Première étude. Contrées de Cintra, de Bellas et de Lisbonne. 4°, 68 pag., 3 pl. Lisbonne, 1885.

Recueil d'Etudes paléontologiques sur la Faune crétacique du Portugal. Vol. I. Espèces nouvelles ou peu connues, par Paul Choffat. Première série. 4°, 40 pag., 18 pl., dont 2 doubles. Lisbonne, 1886.

——Vol. II. Description des Echinides, par P. de Loriol. 1er fascicule. Echinides réguliers ou endocycliques. 4°, 68 pag., 10 pl. Lisbonne, 1887.—2d fascicule et dernier. Echinides irréguliers ou exocycliques. 4°, 54 pag., 12 pl. Lisbonne, 1888.

Cenozoico

Molluscos fosseis:—Gasteropodes dos depositos terciarios de Portugal (Gastéropodes des dépôts tertiaires du Portugal), por F. A. Pereira da Costa. 4°, 252 pag., 28 est. Lisboa, 1866–1868. (Avec traduction française en regard).

Estudos geologicos:—Descripção do terreno quaternario das bacias do Tejo e Sado (Description du terrain quaternaire des bassins du Tage et du Sado), por Carlos Ribeiro. 4°, 164 pag., 1 carta. Lisboa, 1866. (Avec traduction française en regard).

Estudo de depositos superficiaes da bacia do Douro, por Frederico A. de Vasconcellos Pereira Cabral. 4°, 87 pag., 3 est. Lisboa, 1881.

Prehistorico

Da existencia do homem em épocas remotas no valle do Tejo:—Noticia sobre os esqueletos humanos descobertos no Cabeço d'Arruda (Notice sur les squelettes humains découverts au Cabeço d'Arruda), por F. A. Pereira da Costa. 4°, 40 pag., 7 est. Lisboa, 1865. (Avec traduction française en regard).

Da existencia do homem no nosso solo em tempos mui remotos provada pelo estudo das cavernas:—Noticia ácerca das grutas da Cesareda (Notice sur les grottes de Cesaréda), por J. F. N. Delgado. 4°, 127 pag., 3 est. Lisboa, 1867. (Avec traduction française en regard). Épuisé.

Monumentos prehistoricos:—Descripção de alguns dolmins ou antas de Portugal (Description de quelques dolmens ou antas du Portugal), por F. A. Pereira da Costa. 4°, 97 pag., 3 est. Lisboa, 1868. (Avec traduction française en regard).

Descripção de alguns silex e quartzites lascados encontrados nas camadas dos terrenos terciario e quaternario das bacias do Tejo e Sado, por C. Ribeiro. 4°, 57 pag., 10 est. Lisboa, 1871. (Avec traduction en français). Épuisé.

Estudos prehistoricos em Portugal:—Noticia de algumas estações e monumentos prehistoricos (Notice sur quelques stations et monuments préhistoriques), por Carlos Ribeiro. 2 vol. in-4°: 1.° vol. 72 pag., 21 est. Lisboa, 1878; 2.° vol. 86 pag., 7 est. Lisboa, 1880. (Avec traduction en français).

PUBLICAÇÕES DIVERSAS

Communicações da Secção dos Trabalhos geologicos de Portugal.[1] Tom. I. Fasc. I. 8°, 168 pag., 3 est. Lisboa, 1885.—Fasc. II, 176 pag., 6 est., 1888.—Tom. II. Fasc. I, 128 pag., 14 est., 1889.—Fasc. II, 159 pag., 6 est., 1892.—Tom. III. Fasc. I. XII–128 pag., 13 est.

Carta geologica de Portugal, levantada por Carlos Ribeiro e J. F. N. Delgado. Escala $^1/_{500000}$. Lisboa, 1876. Épuisé.

Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques: Compte-rendu de la neuvième session tenue à Lisbonne en 1880. 8°, 723 pag., 45 pl. Lisbonne, 1884.

Relatorio ácerca da arborisação geral do paiz, por Carlos Ribeiro e J. F. N. Delgado. 8°, 317 pag., 1 carta. Lisboa, 1868. Épuisé.

Relatorio ácerca da sexta reunião do Congresso internacional de anthropologia e de archeologia prehistoricas verificada na cidade de Bruxellas no mez de agosto de 1872, por Carlos Ribeiro. 4°, 91 pag. Lisboa, 1873. Épuisé.

Relatorio da commissão desempenhada em Hespanha em 1878, por J. F. N. Delgado. 4°, 24 pag. Lisboa, 1879.

Relatorio e outros documentos relativos á commissão scientifica desempenhada em differentes cidades da Italia, Allemanha e França em 1881, por J. F. N. Delgado. 4°, 73 pag. Lisboa, 1882. Épuisé.

Relatorio ácerca da quinta sessão do Congresso geologico internacional, realisada em Londres no mez de setembro de 1888, por J. F. N. Delgado. 4°, 62 pag. Lisboa, 1889.

Relatorio ácerca da decima sessão do Congresso internacional de antropologia e archeologia prehistoricas, por J. F. N. Delgado. 4.°, 46 pag. Lisboa, 1890.

[1] Os extractos são entregues aos auctores na data da impressão.

[1] Les extraits sont remis aux auteurs à la date de l'impression.

COMMUNICAÇÕES

DA

DIRECÇÃO DOS TRABALHOS GEOLOGICOS

DE

PORTUGAL

Tom. III—Fasc. I
(folhas 1 a 8 e 13 estampas)

LISBOA
TYPOGRAPHIA DA ACADEMIA REAL DAS SCIENCIAS
1895–1896

OBRAS PUBLICADAS

PELA

DIRECÇÃO DOS TRABALHOS GEOLOGICOS DE PORTUGAL

(Commissão Geologica de Portugal, 1857-1868. Secção dos Trabalhos Geologicos, 1869-1886. Commissão dos Trabalhos Geologicos, 1886–1892)

MEMORIAS

Geologia applicada

Estudos geologicos:—Memoria sobre o abastecimento de Lisboa com aguas de nascente e aguas de rio, por Carlos Ribeiro. 4°, 115 pag. Lisboa, 1867. Épuisé.

Étude géologique du tunnel do Rocio, contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne, par Paul Choffat. Avec un article paléontologique par M. J. C. Berkeley Cotter et un article zoologique par M. Albert Girard. 4°, 106 pag., 7 pl. Lisbonne, 1889.

Flora fossil

Vegetaes fosseis:—Flora fossil do terreno carbonifero das visinhanças do Porto, Serra do Bussaco e Moinho d'Ordem proximo a Alcacer do Sal (Flore fossile du terrain carbonifère des environs du Porto, Serra do Bussaco et Moinho d'Ordem près d'Alcacer do Sal), por Bernardino Antonio Gomes. 4°, 44 pag., 6 est. Lisboa, 1865. (Avec traduction française en regard).

Contributions à la Flore fossile du Portugal, par Oswald Heer. 4°, 47 pag., 29 pl. Lisbonne, 1881.

Monographia do genero Dicranophyllum (Systema carbonico), por Wenceslau de Lima. 4°, 14 pag., 3 est. Lisboa, 1888. (Avec traduction en français).

Nouvelles contributions à la Flore mésozoïque, par le marquis de Saporta, accompagnées d'une **Notice stratigraphique**, par Paul Choffat. 4°, 288 p., 40 pl. Lisbonne, 1894.

Paleozoico

Terrenos paleozoicos de Portugal:—Sobre a existencia do terreno siluriano no Baixo Alemtejo (Sur l'existence du terrain silurien dans le Baixo-Alemtejo), por J. F. N. Delgado. 4°, 35 pag., 2 est., 1 carta. Lisboa, 1876. (Avec traduction en français). Épuisé

Estudo sobre os Bilobites e outros fosseis das quartzites da base do systema silurico de Portugal. (Étude sur les Bilobites et autres fossiles des quartzites de la base du Système silurique du Portugal), por J. F. N. Delgado. 4°, 111 pag., 43 estampas, sendo 3 de formato duplo. Lisboa, 1885. (Avec traduction en français).

——**Supplemento.** (Supplément) por J. F. N. Delgado. 4°, 75 pag., 12 est., sendo 2 de maior formato. Lisboa, 1888. (Avec traduction en français).

Fauna silurica de Portugal. Descripção de uma fórma nova de Trilobite, Lichas (Uralichas) Ribeiroi, por J. F. N. Delgado. 4°, 31 pag., 6 est., sendo 1 de maior formato. Lisboa, 1892. (Avec traduction en français).

Fauna silurica de Portugal. Descripção de uma fórma nova de Trilobite, Lichas (Uralichas) Ribeiroi, por J. F. N. Delgado. 31 pag., 6 est., sendo 1 de maior formato. Lisboa, 1892. (Avec traduction en français.)

——Novas observações ácerca de Lichas (Uralichas) Ribeiroi, por J. F. N. Delgado. 34 pag., 4 est. Lisboa, 1897. (Avec traduction en français.)

Jurassico

Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal, par Paul Choffat. 1ère livr. Le Lias et le Dogger au nord du Tage. 72 pag. Lisbonne, 1880.

Description de la Faune jurassique du Portugal. Céphalopodes, par Paul Choffat, 1ère série. Ammonites du Lusitanien de la contrée de Torres Vedras. 82 pag., 20 pl. Lisbonne, 1893.

——Mollusques Lamellibranches, par Paul Choffat. Premier ordre. Siphonida. 1ère livraison. 39 pag., 9 pl. Lisbonne, 1893.

——Deuxième ordre, Asiphonidae. 1ère livraison, 4º, 36 pag., 10 pl. Lisbonne, 1885. 2e livraison, 40 pag., 10 pl. Lisbonne, 1888.

——Echinodermes, par P. de Loriol. 1er fascicule. Echinides réguliers. 108 pag., 18 pl. Lisbonne, 1890.—2d fascicule et dernier. Echinides irréguliers, 71 pag., 11 pl. Lisbonne, 1891.

Cretacico

Recueil de Monographies stratigraphiques sur le Système crétacique du Portugal, par Paul Choffat. Première étude. Contrées de Cintra, de Bellas et de Lisbonne. 68 pag., 3 pl. Lisbonne, 1885. Deuxième étude. Le Crétacique supérieur au Nord du Tage. 4º, 287 p., 11 pl. Lisbonne, 1900.

Recueil d'Etudes paléontologiques sur la Faune crétacique du Portugal. Vol. I. Espèces nouvelles ou peu connues, par Paul Choffat. Première série. 40 pag., 18 pl., dont 2 doubles. Lisbonne, 1886.—Deuxième série. Les Ammonées du Bellasien, des Couches à Neolobites Vibrayeanus, du Turonien et du Sénonien. 46 pag., 20 pl. Lisbonne, 1898.

——Vol. II. Description des Echinodermes par P. de Loriol. 1er fascicule. Echinides réguliers ou endocycliques. 68 pag., 10 pl. Lisbonne, 1887.—2d fascicule et dernier. Echinides irréguliers ou exocycliques. 54 pag., 12 pl. Lisbonne, 1888.

Cenozoico

Molluscos fosseis:—Gasteropodes dos depositos terciarios de Portugal (Gastéropodes des dépôts tertiaires du Portugal), por F. A. Pereira da Costa. 252 pag., 28 est. Lisboa, 1866-1868. (Avec traduction française en regard.)

Description des Echinodermes tertiaires du Portugal, par P. de Loriol. Accompagnée d'un Tableau stratigraphique par J. C. Berkeley Cotter. 4º, 50 p., 13 pl. Lisbonne, 1896.

Estudos geologicos:—Descripção do terreno quaternario das bacias do Tejo e Sado (Description du terrain quaternaire des bassins du Tage et du Sado), por Carlos Ribeiro. 164 pag., 1 carta. Lisboa, 1866. (Avec traduction française en regard.)

Estudo de depositos superficiaes da bacia do Douro, por Frederico A. de Vasconcellos Pereira Cabral. 87 pag., 3 est. Lisboa, 1881.

Prehistorico

Da existencia do homem em épocas remotas no valle do Tejo:—Noticia sobre os esqueletos humanos descobertos no Cabeço d'Arruda (Notice sur les squelettes humains découverts au Cabeço d'Arruda), por F. A. Pereira da Costa. 40 pag., 7 est. Lisboa, 1865. (Avec traduction française en regard.)

Da existencia do homem no nosso solo em tempos mui remotos provada pelo estudo das cavernas:—Noticia ácerca das grutas da Cesareda (Notice sur les grottes de Cesaréda), por J. F. N. Delgado. 127 pag., 3 est. Lisboa, 1867. (Avec traduction française en regard.) Épuisé.

Monumentos prehistoricos:—Descripção de alguns dolmins ou antas de Portugal (Description de quelques dolmens ou antas du Portugal), por F. A. Pereira da Costa. 97 pag., 3 est. Lisboa, 1868. (Avec traduction française en regard.)

Descripção de alguns silex e quartzites lascados encontrados nas camadas dos terrenos terciario e quaternario das bacias do Tejo e Sado, por C. Ribeiro. 57 pag., 10 est. Lisboa, 1871. (Avec traduction en français.) Épuisé.

Estudos prehistoricos em Portugal:—Noticia de algumas estações e monumentos prehistoricos (Notice sur quelques stations et monuments préhistoriques), por Carlos Ribeiro. 2 vol.: 1.° vol. 72 pag., 21 est. Lisboa, 1878; 2.° vol. 86 pag., 7 est. Lisboa, 1880. (Avec traduction en français.)

PUBLICAÇÕES DIVERSAS

Communicações da Secção dos Trabalhos geologicos de Portugal.[1] Tom. I. Fasc. I. 8°, 168 pag., 3 est. Lisboa, 1885. Fasc. II, 176 pag., 6 est., 1888.—Tom. II. Fasc. I, 128 pag., 14 est., 1889. Fasc. II. 159 pag., 6 est., 1892.—Tom. III. Fasc. I, XII–128 pag., 13 est., 1895-96. Fasc. II, XVI–174 pag., 8 est. 1896-98.

Carta geologica de Portugal, levantada por Carlos Ribeiro e J. F. N. Delgado. Escala $^1/_{500000}$. Lisboa, 1876. Épuisé.

Id. id., por J. F. N. Delgado e Paul Choffat. Escala $^1/_{500000}$. 1899.

Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques: Compte-rendu de la neuvième session tenue à Lisbonne en 1880. 8°, 723 pag., 45 pl. Lisbonne, 1884.

Relatorio ácerca da arborisação geral do paiz, por Carlos Ribeiro e J. F. N. Delgado. 8°, 317 pag., 1 carta. Lisboa, 1868. Épuisé.

Relatorio ácerca da sexta reunião do Congresso internacional de anthropologia e de archeologia prehistoricas verificada na cidade de Bruxellas no mez de agosto de 1872, por Carlos Ribeiro. 4°, 91 pag. Lisboa, 1873. Épuisé.

Relatorio da commissão desempenhada em Hespanha em 1878, por J. F. N. Delgado. 4°, 24 pag. Lisboa, 1879.

Relatorio e outros documentos relativos á commissão scientifica desempenhada em differentes cidades da Italia, Allemanha e França em 1881, por J. F. N. Delgado. 4°, 73 pag. Lisboa, 1882. Épuisé.

Relatorio ácerca da quinta sessão do Congresso geologico internacional, realisada em Londres no mez de setembro de 1888, por J. F. N. Delgado. 4°, 62 pag. Lisboa, 1889.

Relatorio ácerca da decima sessão do Congresso internacional de antropologia e archeologia prehistoricas, por J. F. N. Delgado. 4.°, 46 pag. Lisboa, 1890.

[1] Os extractos são entregues aos auctores na data da impressão. | [1] Les extraits sont remis aux auteurs à la date de l'impression.